

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**

---

**NGÔ KIÊN TRUNG**

**NGHIÊN CỨU CẢI TIẾN  
BỘ ĐIỀU KHIỂN SỬ DỤNG ĐẠI SỐ GIA TỬ  
CHO ĐỐI TƯỢNG PHI TUYẾN**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT**

**THÁI NGUYÊN - 2014**

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**

---

**NGÔ KIÊN TRUNG**

**NGHIÊN CỨU CẢI TIẾN  
BỘ ĐIỀU KHIỂN SỬ DỤNG ĐẠI SỐ GIA TỬ  
CHO ĐỐI TƯỢNG PHI TUYẾN**

**Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và Tự động hóa  
Mã số: 62. 52. 02. 16**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT**

Người hướng dẫn khoa học:

- 1. PGS.TS. Nguyễn Hữu Công**
- 2. TS. Vũ Như Lân**

**THÁI NGUYÊN – 2014**

## LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan: luận án “Nghiên cứu cải tiến bộ điều khiển sử dụng đại số gia tử cho đối tượng phi tuyến” là công trình nghiên cứu của riêng tôi được hoàn thành dưới sự chỉ bảo tận tình của hai thầy giáo hướng dẫn.

Các kết quả nghiên cứu trong luận án là trung thực, một phần được công bố trên các tạp chí khoa học chuyên ngành với sự đồng ý của các đồng tác giả, phần còn lại chưa được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

*Thái Nguyên, ngày tháng năm 2014*

Tác giả luận án

**Ngô Kiên Trung**

## LỜI CẢM ƠN

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến PGS.TS. Nguyễn Hữu Công - Đại học Thái Nguyên và TS. Vũ Như Lâm - Viện công nghệ thông tin Hà Nội đã tận tình hướng dẫn, tạo mọi điều kiện thuận lợi, giúp tôi thực hiện và hoàn thành luận án này.

Tôi xin trân trọng cảm ơn các thầy cô giáo, đồng nghiệp trong bộ môn Tự động hóa - Khoa Điện - Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp và phòng Tin học trong điều khiển - Viện Công nghệ thông tin Hà Nội đã tạo điều kiện giúp đỡ tôi trong thời gian thực hiện luận án, tham gia sinh hoạt khoa học.

Xin được gửi lời cảm ơn chân thành tới các thầy cô, anh chị, bạn bè và đồng nghiệp Khoa Điện, Khoa Điện tử, Khoa Quốc tế, Phòng Quản lý đào tạo sau đại học, các đơn vị chức năng Trường Đại học Kỹ thuật công nghiệp, các ban chức năng Đại học Thái Nguyên đã chia sẻ, giúp đỡ, động viên tôi vượt qua mọi khó khăn để hoàn thành tốt công việc nghiên cứu của mình.

Tôi biết ơn những người thân trong gia đình đã luôn quan tâm, động viên và tạo điều kiện thuận lợi nhất để tôi có thể hoàn thành bản luận án.

*Thái Nguyên, ngày tháng năm 2014*

Tác giả luận án

**Ngô Kiên Trung**

## MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN .....	i
LỜI CẢM ƠN .....	ii
MỤC LỤC .....	iii
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT .....	vii
DANH MỤC CÁC BẢNG, BIỂU .....	viii
DANH MỤC CÁC HÌNH ẢNH, ĐỒ THỊ .....	ix
MỞ ĐẦU .....	1
1. Tổng quan tình hình nghiên cứu đại số gia tử trong và ngoài nước .....	1
1.1. Đại số gia tử .....	1
1.2. Tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước .....	2
1.2.1. Một số kết quả đạt được về phương pháp luận sử dụng HA và đề xuất phát triển hướng nghiên cứu .....	3
1.2.2. Một số kết quả nghiên cứu thực nghiệm với HA và đề xuất phát triển hướng nghiên cứu .....	6
2. Tính khoa học và cấp thiết của luận án .....	7
3. Mục tiêu của luận án .....	8
3.1. Mục tiêu chung .....	8
3.2. Mục tiêu cụ thể .....	8
4. Đối tượng, phạm vi và phương pháp nghiên cứu .....	9
5. Ý nghĩa lí luận và thực tiễn .....	10
5.1. Ý nghĩa lí luận .....	10
5.2. Ý nghĩa thực tiễn .....	10

6. Bố cục và nội dung của luận án .....	10
CHƯƠNG 1 CÁC KIẾN THỨC CƠ SỞ .....	13
1.1. Hệ logic mờ và phương pháp điều khiển .....	13
1.1.1. Mô hình mờ .....	14
1.1.2. Bộ điều khiển logic mờ .....	15
1.1.2.1. Bộ điều khiển mờ - FLC (Fuzzy Logic Controller) .....	15
1.1.2.2. Bộ điều khiển mờ động .....	16
1.1.2.3. Bộ điều khiển mờ lai - F_PID .....	16
1.1.3. Ưu nhược điểm .....	17
1.2. Lý thuyết Đại số gia tử .....	18
1.2.1. Biến ngôn ngữ .....	18
1.2.2. Đại số gia tử của biến ngôn ngữ .....	20
1.2.3. Các tính chất cơ bản của HA tuyến tính .....	22
1.2.4. Hàm độ đo tính mờ trong đại số gia tử tuyến tính .....	23
1.2.5. Phương pháp lập luận xấp xỉ sử dụng đại số gia tử .....	25
1.3. Giải thuật di truyền .....	33
1.3.1. Giới thiệu .....	33
1.3.2. Các bước cơ bản của giải thuật di truyền .....	34
1.3.3. Các phép toán của GA .....	35
1.3.4. Cơ sở toán học của GA .....	36
1.4. Kết luận chương 1 .....	39
CHƯƠNG 2 ỨNG DỤNG ĐẠI SỐ GIA TỬ TRONG ĐIỀU KHIỂN .....	41
2.1. Phương pháp thiết kế bộ điều khiển sử dụng đại số gia tử .....	41

2.2. Nghiên cứu kiểm chứng bộ điều khiển sử dụng đại số gia tử cho một số đối tượng công nghiệp .....	43
2.2.1. Điều khiển đối tượng tuyến tính có tham số biến đổi .....	44
2.2.2. Điều khiển đối tượng phi tuyến đã được tuyến tính hóa .....	53
2.2.3. Điều khiển đối tượng có trễ với hệ số trễ lớn .....	59
2.3. Kết luận chương 2 .....	63
<b>CHƯƠNG 3 CẢI TIẾN BỘ ĐIỀU KHIỂN SỬ DỤNG ĐẠI SỐ GIA TỬ.</b>	<b>65</b>
3.1. Đề xuất nghiên cứu .....	65
3.1.1. Đặt vấn đề .....	65
3.1.2. Đề xuất .....	66
3.1.2.1. Đề xuất nghiên cứu nâng cao chất lượng HAC .....	67
3.1.2.2. Đề xuất nghiên cứu tối ưu hóa quá trình thiết kế HAC .....	68
3.2. Nghiên cứu cải tiến HAC .....	69
3.2.1. Nghiên cứu nâng cao chất lượng HAC .....	69
3.2.2. Nghiên cứu tối ưu hóa quá trình thiết kế HAC .....	71
3.3. Ứng dụng NEW_HAC cải tiến cho đối tượng phi tuyến .....	74
3.3.1. Xây dựng mô hình toán học hệ thống .....	75
3.3.2. Áp dụng NEW_HAC với 3 đầu vào và giảm lược luật .....	78
3.3.2.1. Thiết kế NEW_HAC .....	78
3.3.2.2. Mở rộng đề xuất .....	83
3.3.2.3. Nhận xét chung .....	85
3.3.3. Áp dụng PP tự động xác định tham số cho NEW_HAC .....	85
3.4. Kết luận chương 3 .....	88

CHƯƠNG 4 THỰC NGHIỆM .....	89
4.1. Thí nghiệm với hệ thống truyền động bám chính xác .....	89
4.1.1. Giới thiệu mô hình hệ thống thí nghiệm .....	89
4.1.2. Cấu trúc hệ thống điều khiển với HAC .....	91
4.1.3. Kết quả thí nghiệm .....	93
4.2. Thí nghiệm với hệ thống Ball and Beam .....	94
4.2.1. Giới thiệu mô hình hệ thống thí nghiệm .....	94
4.2.2. Cấu trúc hệ thống điều khiển với NEW_HAC_GA .....	95
4.2.3. Kết quả thí nghiệm .....	98
4.3. Kết luận chương 4 .....	100
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ .....	101
DANH MỤC CÔNG TRÌNH CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ .....	102
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	104
PHỤ LỤC .....	110



## DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

### Các ký hiệu:

AX	Đại số gia tử tuyến tính
$\alpha$	Tổng độ đo tính mờ của các gia tử âm
$\beta$	Tổng độ đo tính mờ của các gia tử dương
W	Phần tử trung hòa trong đại số gia tử
$\theta$	Giá trị định lượng của phần tử trung hòa
$c^-, c^+$	Các phần tử sinh

### Các chữ viết tắt:

ĐKTĐ	Điều khiển tự động
SISO	Single-Input-Single-Output (Một vào - một ra)
BĐK	Bộ điều khiển
HA	Hedge Algebra (Đại số gia tử)
HAC	Hedge Algebra-based Controller (Bộ điều khiển sử dụng đại số gia tử)
SQMs	Semantically Quantifying Mappings
HA-IRMd	Hedge Algebra-based Interpolative Reasoning Method (Phương pháp lập luận xấp xỉ sử dụng đại số gia tử)
GA	Genetic Algorithm (Giải thuật di truyền)
FLC	Fuzzy Logic Controller (Bộ điều khiển mờ)
FAM	Fuzzy Associative Memory (Bộ nhớ kết hợp mờ)
SAM	Semantization Associative Memory (Bộ nhớ kết hợp định lượng)

**DANH MỤC CÁC BẢNG, BIỂU**

Bảng 2.1. Bảng luật điều khiển với nhãn ngôn ngữ của HA	47
Bảng 2.2. Bảng SAM (Semantization Associative Memory)	48
Bảng 2.3. Lựa chọn tham số cho các biến E, IE, U	56
Bảng 2.4. Luật điều khiển	56
Bảng 2.5. Bảng SAM	57
Bảng 2.6. Bảng luật điều khiển theo nhãn ngôn ngữ của HA	61
Bảng 2.7. Bảng SAM	61
Bảng 3.1. 27 tập luật điều khiển với nhãn ngôn ngữ HA	70
Bảng 3.2. Lựa chọn tham số cho các biến E, DE, IE và U	79
Bảng 3.3. Bảng SAM gồm 27 luật	80
Bảng 3.4. Bảng SAM2 gồm 27 luật sử dụng phép kết nhập	80
Bảng 3.5. Bảng SAM3 gồm 7 luật	81