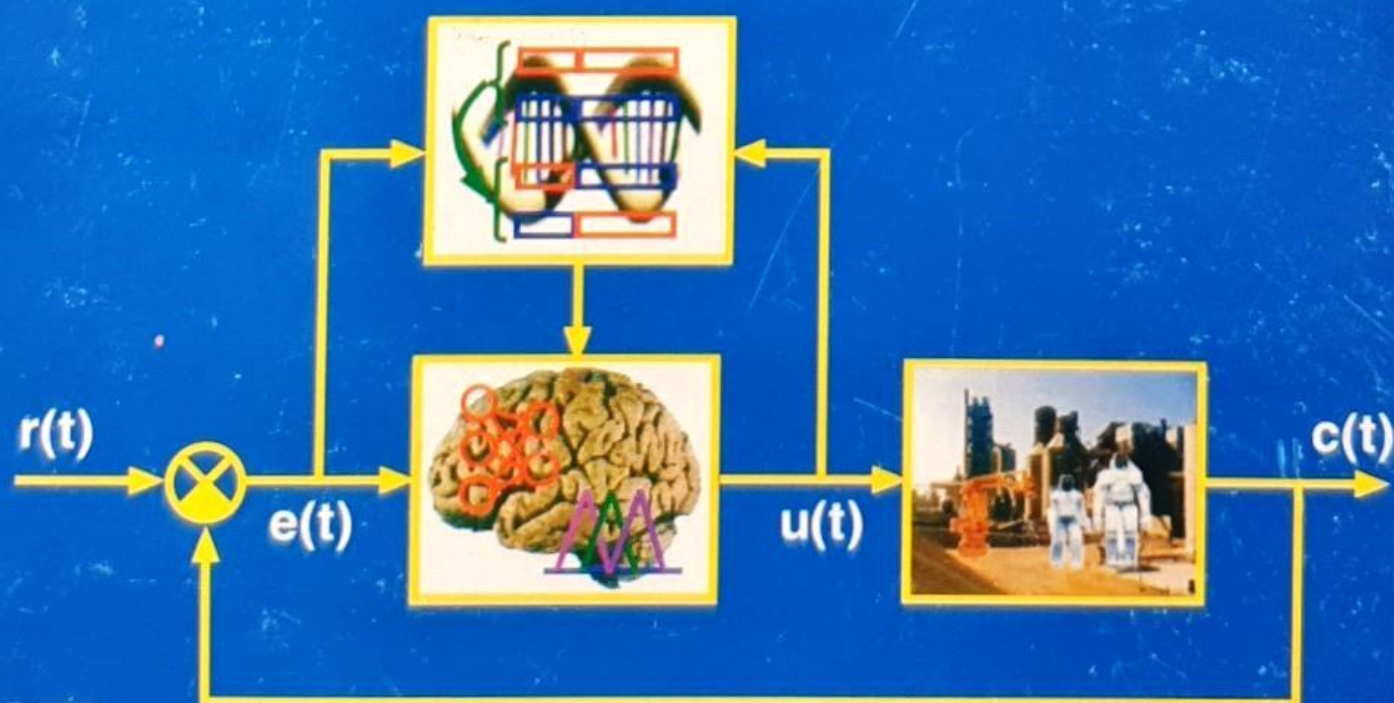


HUỲNH THÁI HOÀNG

# HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN THÔNG MINH



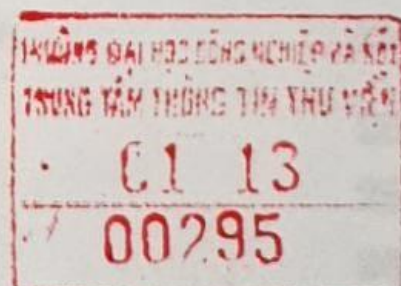
NHÀ XUẤT BẢN  
ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP HỒ CHÍ MINH**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA**

**Huỳnh Thái Hoàng**

**HỆ THỐNG**

**ĐIỀU KHIỂN THÔNG MINH**



**NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA**  
**TP HỒ CHÍ MINH - 2014**

# MỤC LỤC

|                                                        |           |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| <b>LỜI NÓI ĐẦU</b>                                     | <b>7</b>  |
| <b>Chương 1 TỔNG QUAN VỀ ĐIỀU KHIỂN THÔNG MINH</b>     | <b>9</b>  |
| 1.1 Giới thiệu                                         | 9         |
| 1.2 Khái niệm về điều khiển thông minh                 | 10        |
| 1.3 Đặc điểm của hệ thống thông minh                   | 14        |
| 1.4 Cấu trúc của hệ thống điều khiển thông minh        | 16        |
| 1.5 Các lĩnh vực liên quan đến điều khiển thông minh   | 18        |
| 1.6 Hướng nghiên cứu điều khiển thông minh             | 22        |
| <b>Chương 2 HỆ MỜ</b>                                  | <b>25</b> |
| 2.1 Giới thiệu                                         | 25        |
| 2.2 Tập hợp mờ                                         | 26        |
| 2.3 Quan hệ mờ                                         | 41        |
| 2.4 Biến ngôn ngữ và giá trị ngôn ngữ                  | 44        |
| 2.5 Logic mờ                                           | 45        |
| 2.6 Quy tắc mờ                                         | 49        |
| 2.7 Suy luận mờ                                        | 54        |
| 2.8 Hệ mờ                                              | 60        |
| 2.9 Tóm tắt                                            | 85        |
| <b>Chương 3 MẠNG THẦN KINH</b>                         | <b>86</b> |
| 3.1 Giới thiệu                                         | 86        |
| 3.2 Tế bào thần kinh và mạng thần kinh nhân tạo        | 88        |
| 3.3 Các phương pháp huấn luyện mạng thần kinh nhân tạo | 92        |
| 3.4 Mạng truyền thẳng một lớp                          | 95        |
| 3.5 Mạng truyền thẳng nhiều lớp                        | 107       |
| 3.6 Mạng hàm cơ sở xuyên tâm                           | 118       |
| 3.7 Mạng thần kinh suy diễn mờ thích nghi              | 122       |
| 3.8 Tóm tắt                                            | 125       |

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Chương 4 GIẢI THUẬT DI TRUYỀN</b>                           | 126 |
| 4.1 Giới thiệu                                                 | 126 |
| 4.2 Giải thuật di truyền cơ bản                                | 129 |
| 4.3 Giải thuật di truyền mã số thực                            | 147 |
| 4.4 Giải thuật di truyền song song                             | 153 |
| 4.5 Một số ví dụ                                               | 156 |
| 4.6 Tóm tắt                                                    | 167 |
| <b>Chương 5 ĐIỀU KHIỂN TRỰC TIẾP</b>                           | 168 |
| 5.1 Giới thiệu                                                 | 168 |
| 5.2 Điều khiển mờ trực tiếp                                    | 173 |
| 5.3 Điều khiển PID mờ                                          | 190 |
| 5.4 Điều khiển trực tiếp dùng mạng thần kinh                   | 207 |
| 5.5 Tự chỉnh bộ điều khiển trực tiếp dùng giải thuật di truyền | 212 |
| 5.6 Tóm tắt                                                    | 233 |
| <b>Chương 6 NHẬN DẠNG HỆ PHI TUYẾN</b>                         | 234 |
| 6.1 Giới thiệu                                                 | 234 |
| 6.2 Nhận dạng hệ phi tuyến                                     | 237 |
| 6.3 Nhận dạng hệ phi tuyến dùng mô hình mờ                     | 247 |
| 6.4 Nhận dạng hệ phi tuyến dùng mô hình mạng thần kinh         | 270 |
| 6.5 Ước lượng thông số mô hình phi tuyến dùng GA               | 277 |
| 6.6 Tóm tắt                                                    | 280 |
| <b>Chương 7 ĐIỀU KHIỂN DỰA VÀO MÔ HÌNH</b>                     | 281 |
| 7.1 Giới thiệu                                                 | 281 |
| 7.2 Điều khiển dùng mô hình ngược                              | 282 |
| 7.3 Điều khiển mô hình nội                                     | 288 |
| 7.4 Điều khiển theo mô hình chuẩn                              | 292 |
| 7.5 Điều khiển dự báo dựa vào mô hình                          | 296 |
| 7.6 Tóm tắt                                                    | 306 |

|                                                 |            |
|-------------------------------------------------|------------|
| <b>Chương 8 ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI</b>           | <b>307</b> |
| 8.1 Giới thiệu                                  | 307        |
| 8.2 Hồi tiếp tuyến tính hóa hệ phi tuyến        | 312        |
| 8.3 Điều khiển thích nghi gián tiếp             | 316        |
| 8.4 Điều khiển thích nghi trực tiếp             | 327        |
| 8.5 Tóm tắt                                     | 336        |
| <b>Chương 9 ĐIỀU KHIỂN HỌC</b>                  | <b>337</b> |
| 9.1 Giới thiệu                                  | 337        |
| 9.2 Hệ thống điều khiển học                     | 339        |
| 9.3 Một số ví dụ                                | 343        |
| 9.4 Tóm tắt                                     | 356        |
| <b>Chương 10 HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN THÔNG MINH</b> | <b>357</b> |
| 10.1 Cấu trúc hệ thống điều khiển thông minh    | 357        |
| 10.2 Phát sinh hành vi                          | 367        |
| 10.3 Mô hình thế giới                           | 370        |
| 10.4 Xử lý cảm biến                             | 374        |
| 10.5 Đánh giá giá trị                           | 376        |
| 10.6 Ứng dụng hệ thống điều khiển thông minh    | 378        |
| 10.7 Tóm tắt                                    | 386        |
| <b>Phụ lục A: CHƯƠNG TRÌNH MATLAB</b>           | <b>387</b> |
| <b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b>                       | <b>412</b> |

## LỜI NÓI ĐẦU

Sự phát triển không ngừng của khoa học công nghệ làm xuất hiện các đối tượng điều khiển có độ phức tạp ngày càng tăng. Yêu cầu thực tiễn đặt ra là phải điều khiển các hệ thống động ngày càng phức tạp, trong điều kiện các yếu tố bất định ngày càng gia tăng với yêu cầu chất lượng điều khiển ngày càng cao. Các yêu cầu trên không thể đáp ứng được trọn vẹn, đồng thời nếu dùng lý thuyết điều khiển thông thường sẵn có. Đây chính là động lực cho ra đời một lĩnh vực nghiên cứu mới đầy tiềm năng và nhiều thách thức, đó là **điều khiển thông minh**. Tổng quát, điều khiển thông minh là phương pháp điều khiển phỏng theo các đặc điểm cơ bản của trí thông minh của con người, bao gồm khả năng học, khả năng xử lý thông tin không chắc chắn và khả năng tìm kiếm lời giải tối ưu. Ngày nay điều khiển thông minh có xu hướng bao gồm tất cả các vấn đề không thuộc phạm vi điều khiển thông thường. Các kỹ thuật điều khiển thông minh được sử dụng phổ biến hiện nay bao gồm mạng thần kinh (nhân tạo), logic mờ và giải thuật di truyền. Khác biệt cơ bản giữa điều khiển thông minh và điều khiển thông thường là khi thiết kế hệ thống điều khiển thông minh về nguyên tắc không cần biết mô hình toán học của đối tượng điều khiển. Chính vì lý do đó mà các kỹ thuật điều khiển thông minh có thể áp dụng để giải được nhiều bài toán điều khiển phức tạp, có yếu tố bất định. Những năm gần đây, điều khiển thông minh phát triển rất mạnh về lý thuyết và được ứng dụng rất rộng rãi trong các lĩnh vực công nghiệp, dân dụng cũng như an ninh quốc phòng.

Quyển sách **HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN THÔNG MINH** gồm 10 chương, trình bày một cách có hệ thống cơ sở lý thuyết và ứng dụng các kỹ thuật thông minh (logic mờ, mạng thần kinh, giải thuật di truyền) trong việc thiết kế các hệ thống điều khiển. Đa số các ví dụ minh họa trong quyển sách đều được trình bày chi tiết từ cách thiết kế hệ thống điều khiển đến cách thực thi chương trình mô phỏng để độc giả có thể tự lập trình kiểm chứng lý thuyết dùng phần mềm Matlab. Quyển sách được biên soạn nhằm mục đích làm tài liệu tham khảo cho học viên Cao học các ngành Tự động hóa, Cơ điện tử, Công nghệ chế tạo máy... khi học môn Hệ thống điều khiển thông minh.

Tuy vậy, tác giả hy vọng rằng sinh viên đại học và cán bộ khoa học kỹ thuật liên quan đến lĩnh vực điều khiển cũng có thể tìm thấy trong quyển sách này những thông tin bổ ích cần thiết cho việc học tập hoặc công tác chuyên môn.

Tác giả chân thành gửi lời cảm ơn đến các đồng nghiệp ở Bộ môn Điều khiển tự động đã tạo điều kiện và giúp đỡ nhiệt tình để quyển sách được xuất bản; và những người thân trong gia đình đã dành nhiều tình cảm và động viên để quyển sách được hoàn thành.

Đây là lần đầu tiên quyển sách ra mắt độc giả nên mặc dù tác giả đã rất cố gắng biên soạn dựa trên cơ sở tham khảo nhiều tài liệu mới công bố trong các sách chuyên khảo và tạp chí chuyên ngành trong những năm gần đây, nhưng quyển sách chắc chắn chưa bao quát hết tất cả các vấn đề liên quan đến hệ thống điều khiển thông minh và còn nhiều thiếu sót. Tác giả rất mong nhận được các ý kiến đóng góp chân thành của độc giả và đồng nghiệp để lần xuất bản sau quyển sách được hoàn thiện hơn.

Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về: TS Huỳnh Thái Hoàng, Bộ môn Điều khiển tự động, Khoa Điện - Điện tử, Trường Đại học Bách Khoa - Đại học Quốc gia TP HCM: 268 Lý Thường Kiệt - Quận 10.

Điện thoại: (08) 8654357

Email: [hthoang@hcmut.edu.vn](mailto:hthoang@hcmut.edu.vn)

**Tác giả**

**TS Huỳnh Thái Hoàng**