

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**  
**ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

**NGUYỄN VIỆT NÔNG**

**THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN LAI MỜ - NƠRON**  
**CHO CẢNH TAY ROBOT HAI THANH**

**Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển & Tự động hóa**  
**Mã số: 60.52.02.16**

**TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

**Đà Nẵng - Năm 2017**

Công trình đã được nghiên cứu tại  
**ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

Người hướng dẫn khoa học: **TS. NGUYỄN QUỐC ĐỊNH**

Phản biện 1: **PGS.TS. BÙI QUỐC KHÁNH**

Phản biện 2: **TS. GIÁP QUANG HUY**

Luận văn được bảo vệ trước Hội đồng chấm Luận văn tốt nghiệp  
thạc sĩ kỹ thuật họp tại Đại học Đà Nẵng vào ngày 06 tháng 05 năm  
2017

*Có thể tìm hiểu luận văn tại:*

- Trung tâm Học liệu, Đại học Đà Nẵng

## MỞ ĐẦU

### 1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI

Vì tính độc đáo và phức tạp nên từ khi ra đời nó đã thu hút được sự quan tâm của những người nghiên cứu điều khiển tự động. Hệ thống mờ nơron đang nổi lên như một công cụ điều khiển các hệ thống phi tuyến với các thông số chưa xác định. Việc kết hợp giữa phương pháp mờ và phương pháp nơron đem lại khả năng tuyệt vời cho sự linh hoạt và học theo thao tác của con người. Điều này có ý nghĩa rất lớn về mặt khoa học trong việc điều khiển các đối tượng phi tuyến.

### 2. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

#### + Cơ sở khoa học và thực tiễn của đề tài

Đặc biệt chúng phải nhạy cảm với môi trường làm việc và thực hiện thao tác bất chấp sự có mặt của vật cản trong vùng làm việc. Việc nâng cao chất lượng điều khiển cánh tay robot sẽ góp phần nâng cao chất lượng sản phẩm, nâng cao năng suất và hiệu quả lao động. Với mong muốn được nghiên cứu các luật điều khiển hệ lai mờ nơron để thiết kế bộ điều khiển cánh tay robot và đây là lý do tác giả chọn đề tài "**Thiết kế bộ điều khiển lai mờ nơron cho cánh tay robot hai thanh**".

#### + Mục tiêu tổng quát

- + Tìm hiểu về cánh tay robot hai thanh
- + Tìm hiểu lý thuyết logic mờ;
- + Tìm hiểu lý thuyết mạng nơron;
- + Nghiên cứu kết hợp lý thuyết mờ và mạng nơron để thiết kế bộ điều khiển lai mờ nơron cho cánh tay robot hai thanh.
- + Sự kết hợp logic mờ và mạng nơron
- + Mô phỏng hệ thống trên phần mềm Matlab - Simulink
- Mục tiêu cụ thể.

+ Xây dựng mô hình toán học cho cánh tay robot hai thanh, có thông số cho trước.

+ Thiết kế bộ điều khiển kết hợp thuật toán logic Mờ - Noron điều khiển cánh tay robot hai thanh.

+ Mô phỏng hệ thống bằng phần mềm Matlab - Simulink

### **3. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU**

+ **Đối tượng nghiên cứu**

- Bộ điều khiển lai mờ noron cho cánh tay robot hai thanh

+ **Phạm vi nghiên cứu**

- Thiết kế bộ điều khiển lai mờ noron cho cánh tay robot hai thanh

### **4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

- Xây dựng mô hình toán học của robot hai thanh bao gồm mô hình động học và mô hình động lực học.

- Dựa trên các mô hình toán học, nghiên cứu và áp dụng bộ điều khiển lai mờ noron để đạt được các tín hiệu đầu ra bám theo các tín hiệu yêu cầu.

- Sử dụng công cụ Matlab để mô phỏng, đánh giá và rút ra kết luận.

- Dự kiến kết quả và kế hoạch nghiên cứu

Kết quả và sản phẩm nghiên cứu: Chương trình mô phỏng trên máy tính

### **5. BỐ CỤC ĐỀ TÀI**

Chương 1: Tổng quan về tay máy robot công nghiệp.

Chương 2: Giới thiệu luật điều khiển mờ và noron,

Chương 3: Xây dựng mô hình toán học robot hai thanh và thiết kế bộ điều khiển PID.

Chương 4: Thiết kế và mô phỏng hoạt động của bộ điều khiển lai mờ noron cho cánh tay robot hai thanh.

## **6. TỔNG QUAN TÀI LIỆU NGHIÊN CỨU**

Sau khi thu thập, đọc, tiến hành lựa chọn tài liệu liên quan, tài liệu uy tín, bài báo được đăng trong tạp chí, bài báo trong các hội nghị, được đánh giá loại bỏ tài liệu trùng lặp, sắp xếp theo nội dung. Từ những tài liệu có được tiến hành đọc, nghiên cứu.

## **CHƯƠNG 1**

### **TỔNG QUAN VỀ TAY MÁY ROBOT CÔNG NGHIỆP**

#### **1.1. SƠ LƯỢC QUÁ TRÌNH PHÁT TRIỂN CỦA ROBOT CÔNG NGHIỆP**

- Hai đặc trưng cơ bản của robot công nghiệp:

+ Thiết bị vạn năng được tự động hoá theo chương trình và có thể lập trình lại để đáp ứng một cách linh hoạt khéo léo các nhiệm vụ khác.

+ Được ứng dụng trong những trường hợp mang tính công nghiệp đặc trưng như xếp dỡ nguyên vật liệu, lắp ráp...

#### **1.2. ỨNG DỤNG ROBOT CÔNG NGHIỆP TRONG SẢN XUẤT**

a. Một trong các lĩnh vực đó là kỹ nghệ đúc.

b. Trong ngành gia công áp lực điều kiện làm việc cũng khá nặng nề.

c. Trong ngành hàn và nhiệt luyện bao gồm nhiều công việc nặng nhọc, độc hại và ở nhiệt độ cao

d. Ngành gia công và lắp ráp thường sử dụng robot vào các việc tháo lắp phối và sản phẩm trong các máy gia công bánh răng.

#### **1.3. CÁC KHÁI NIỆM VÀ ĐỊNH NGHĨA VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP**

- Có khả năng thay đổi chuyển động.

- Có khả năng cảm nhận được đối tượng thao tác.

- Có số bậc chuyển động (bậc tự do) cao.

- Có khả năng thích nghi với môi trường hoạt động.
- Có khả năng hoạt động tương hỗ với đối tượng bên ngoài.

Theo giáo sư Masahiro (Việc Công Nghiệp TOKYO) thì robot công nghiệp phải có các đặc điểm sau:

- Có khả năng thay đổi chuyển động.
- Có khả năng xử lý thông tin (biết suy nghĩ).
- Có tính vạn năng.
- Có những đặc điểm của người và máy.

#### **1.4. CẤU TRÚC CƠ BẢN CỦA ROBOT CÔNG NGHIỆP**

Trong thiết kế tay máy người ta quan tâm đến các thông số ảnh hưởng khả năng làm việc.

- Sức nâng, độ cứng vững lực kẹp của tay.
- Tầm với của vùng làm việc.
- Khả năng định vị, định hướng phần công tác.

#### **1.5. PHÂN LOẠI ROBOT CÔNG NGHIỆP**

##### **1.5.1. Phân loại theo dạng hình học của không gian hoạt động**

##### **1.5.2. Phân loại theo thể hệ**

+ Robot thể hệ thứ nhất.

##### **Đặc điểm:**

- Sử dụng tổng hợp các cơ cấu cam với công tắc giới hành trình
- Điều khiển vòng hở
- Có thể sử dụng băng từ hoặc đục lỗ đưa chương trình vào bộ điều khiển, tuy nhiên loại này không thể thay đổi chương trình được.
- Sử dụng phá biến trong công nghệ gấp - đặt (pick and place)

+ Robot hệ thứ hai

##### **Đặc điểm:**

- Điều khiển vòng kín các chuyển động của tay máy.
- Có thể từ ra quyết định lựa chọn trương trình đáp ứng dựa trên tín hiệu phản hồi từ cảm biến nhờ các trương trình đã được cài đặt từ trước.

- Hoạt động của robot có thể lập trình được nhờ các công cụ như bàn phím, panel điều khiển.

+ Robot thế hệ thứ ba.

**Đặc điểm:**

- Có những đặc điểm nh loại trên và điều khiển hoạt động trên cơ sở xử lý thông tin thu nhận được từ hệ thống thu nhận hình ảnh (vision systems - camera).

- Có khả năng nhận dạng ở mức độ thấp nhất phân biệt các đối tượng có hình dạng và kích thước khá khác biệt nhau.

+ Robot thế hệ thứ tư

**Đặc điểm:**

- Bộ điều khiển phải có bộ nhớ tương đối lớn để giải các bài toán tối ưu với điều kiện biên không được xác định trước

+ Robot thế hệ thứ năm

**Đặc điểm:**

- Robot được trang bị nơron có khả năng tự học.

- Robot được trang bị các thuật toán dạng logic mờ kết hợp nơron để tự suy nghĩ và ra quyết định cho các ứng sử tương thích với những tín hiệu nhận được từ môi trường.

**1.5.3. Phân loại theo bộ điều khiển**

*a. Robot gắp - đặt*

*b. Robot đường dẫn*

**1.5.4. Phân loại theo nguồn dẫn động**

*a. Robot dùng nguồn cấp điện*

*b. Robot dùng nguồn khí nén*

*c. Robot dùng nguồn thủy lực*

**1.6. KẾT LUẬN CHƯƠNG 1**

- Tìm hiểu sơ lược về lịch sử phát triển, các khái niệm, định nghĩa, ứng dụng, cấu trúc và phân loại robot công nghiệp.

## CHƯƠNG 2

### GIỚI THIỆU LUẬT ĐIỀU KHIỂN MỜ MỜ - NƠRON

#### 2.1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ thống hợp nhất này sẽ có ưu điểm của cả hai: Mạng nơron (khả năng học, khả năng tối ưu hoá, sự kết nối về cấu trúc) và hệ mờ (sự thông minh của con người qua luật mờ if- then, sự thuận lợi của việc am hiểu kiến thức chuyên môn một cách chặt chẽ của các chuyên gia).

#### 2.2. TỔNG QUAN VỀ LÔGIC MỜ

Lôgic mờ thường được sử dụng trong các hệ thống sau đây:

- Hệ thống điều khiển phi tuyến.
- Hệ thống điều khiển mà các thông tin đầu vào hoặc đầu ra là không đầy đủ, không xác định được chính xác.
- Hệ thống điều khiển không xác định được tham số hoặc mô hình đối tượng.

##### 2.2.1. Mô hình mờ Mamdani

Mô hình mờ Mamdani gồm ba thành phần:

Sơ đồ khối của bộ điều khiển gồm có 4 khối: khối mờ hóa (fuzzifiers), khối hợp thành, khối luật mờ và khối giải mờ (defuzzifiers).

*a. Khối mờ hóa*

*b. Khối thực hiện luật hợp thành*

*c. Khối giải mờ*

*d. Tối ưu hoá hệ thống*

##### 2.2.2. Mô hình mờ Sugeno

**Trường hợp 1:** Mô hình Sugeno bậc không (hàm liên thuộc đầu ra dạng hằng số)

Luật mờ có dạng: Nếu  $x_0$  bằng A và  $x_1$  bằng B thì

$$y = k \quad (2.1)$$



### 2.2.3. So sánh hai loại mô hình

- Mô hình Sugeno:
- Mô hình Mamdani:

### 2.2.4. Cấu trúc bộ điều khiển mờ

- Giao diện đầu vào bao gồm khâu mờ hoá và các khâu phụ trợ khác (như khâu tích phân, khâu vi phân,...) để thực hiện các bài toán điều khiển động.

- Thiết bị hợp thành là sự triển khai các luật hợp thành được xây dựng trên cơ sở luật điều khiển thích hợp.

- Giao diện đầu ra gồm khâu giải mờ và các khâu tác động trực tiếp tới đối tượng (như khâu khuếch đại, khâu hạn chế,...)

### 2.2.5. Tổng hợp bộ điều khiển mờ

\* *Các bước thực hiện khi xây dựng bộ điều khiển mờ.*

- Định nghĩa tất cả các biến ngôn ngữ vào/ra
- Định nghĩa tập mờ (giá trị ngôn ngữ) cho các biến vào/ra:
  - + Xác định miền giá trị vật lý cho các biến ngôn ngữ vào/ra
  - + Xác định số lượng tập mờ cần thiết
  - + Xác định kiểu hàm liên thuộc
  - + Rời rạc hoá các tập mờ
- Xây dựng các luật điều khiển (các mệnh đề hợp thành)
- Chọn thiết bị hợp thành mờ (Max - Min hay Sum - Min,...)
- Chọn phương pháp giải mờ
- Tối ưu hệ thống

## 2.3. TỔNG QUAN VỀ MẠNG NƠN

### 2.3.1. Giới thiệu

**Năng lực:** mạng nơron nhân tạo là những kỹ thuật mô phỏng rất tinh vi, có khả năng mô phỏng các hàm cực kỳ phức tạp

**Đề sử dụng:** mạng nơron nhân tạo có tính học theo các ví dụ.

### 2.3.2. Lịch sử phát triển của mạng nơron nhân tạo

Qua quá trình nghiên cứu và phát triển nơron nhân tạo có thể chia làm 4 giai đoạn như sau:

**a. Cấu trúc mạng nơron nhân tạo**

**MỜ - NƠRON sinh học**

- **Thân nơron** (Soma):
- **Các nhánh** (dendrite)
- **Sợi trục** (Axon):

**b. Mạng nơron nhân tạo**

**\* Khái niệm**

- Nơron nhân tạo là sự sao chép nơron sinh học của não người, nó có những đặc tính sau:

Mỗi nơron có một số đầu vào, những kết nối (Synaptic) và một đầu ra (axon).

Một nơron có thể hoạt động (+35mV) hoặc không hoạt động (-0,75mV).

**c. Mô hình mạng Nơron tổng quát**

Ngày nay mạng Nơron có thể giải quyết nhiều vấn đề phức tạp đối với con người, áp dụng trong nhiều lĩnh vực như nhận dạng, định dạng, phân loại, xử lý tín hiệu, hình ảnh v.v...

**d. Mô hình nơron và cấu trúc mạng**

Cấu trúc một Nơron : Ngõ vào một nơron có thể là đại lượng vô hướng hoặc có hướng, đại lượng này được nhân với trọng số tương ứng để đưa vào nơron, hoặc có thể cộng thêm ngưỡng (bias), thường bằng 1.

**Hàm truyền**

Tổng quát với một hàm truyền có đầu vào là một hoặc một nhóm vector thì đầu ra là

$$a = f(p * w + b)$$

Với a: đầu ra p: đầu vào; w: trọng số; b: ngưỡng ; f: hàm truyền

**Nơron với Vector nhập**

Một nơron được cho trên hình vẽ sau với vector nhập  $p = [p_1, p_2, \dots, p_R]$ , trọng số  $W = w_{1,1}, w_{1,2}, \dots, w_{1,R}$ , ngưỡng  $b$  và hàm truyền  $f$ . Tổng đối số và ngưỡng tạo ở ngõ ra  $n$  là

$$n = w_{1,1}p_1 + w_{1,2}p_2 + \dots + w_{1,R}p_R + b$$

$$\text{hay } n = W * p + b$$

### ***e. Cấu trúc mạng***

Hai hay nhiều nơron kết hợp thành một lớp, và một mạng riêng biệt có thể chứa một hay nhiều lớp nơron.

#### ***Một lớp nơron***

Trong hình dưới mô tả một lớp nơron với: R: số phần tử của vector đầu vào

S: số nơron trong lớp

a: vector ngõ ra của lớp nơron

#### ***Mạng nhiều lớp nơron***

### ***f. Cấu trúc dữ liệu***

Kiểu đầu vào xảy ra đồng thời được mô phỏng trong mạng tĩnh (không có hồi tiếp hoặc trễ).

Kiểu đầu vào xảy ra liên tục được mô phỏng trong mạng dynamic.

### ***g. Kiểu huấn luyện***

Trong phần này mô tả hai kiểu huấn luyện khác nhau.

- Incremental training
- Batch training

### ***e. Kết luận***

Đầu vào của một nơron gồm ngưỡng  $b$  và tổng các trọng số vào. Ngõ ra của nơron phụ thuộc vào đầu vào và hàm truyền.

## **2.4. SỰ KẾT HỢP GIỮA LOGIC MỜ MỜ - NƠN (ANFIS)**

### **2.4.1. Khái niệm**

Đối với logic mờ, ta dễ dàng thiết kế một hệ thống mong muốn chỉ bằng Các luật Nếu - thì (If-Then) gắn với việc xử lý của con người.

### 2.4.2. Cấu trúc chung của hệ mờ - nơron

Có nhiều cách kết khác nhau để hợp mạng nơron với logic mờ.

Cấu trúc chung của hệ Mờ - Nơron (fuzzyneuro)

Mạng có tham số sau để thay đổi các đặc trưng của nó.

- Giá trị trung bình của mỗi hàm liên thuộc (vì là giá trị cực đại của nó).

- Chiều rộng của mỗi hàm liên thuộc.

- Tính hợp lệ (giá trị) của mỗi quy tắc.

### 2.4.3. Biểu diễn luật If-Then theo cấu trúc mạng nơron

Xét hệ SISO, luật điều khiển có dạng:

$$R_i = \text{Nếu } x \text{ là } A_i \text{ Thì } y \text{ là } B_i \quad (3.6)$$

Với  $A_i, B_i$  là các tập mờ,  $i = 1, \dots, n$ . Mỗi luật của (3.6) có thể chuyển thành một mẫu dữ liệu cho mạng nơron đa tầng bằng cách lấy phần “Nếu” làm đầu vào và phần “Thì” làm đầu ra của mạng.

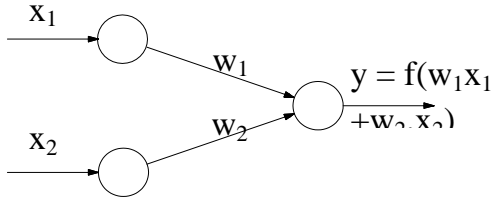
#### Phương pháp Umamo - Ezawa

Đặt  $[\alpha_1, \alpha_2]$  chứa miền xác định của biến ngôn ngữ đầu vào (tức miền xác định của tất cả  $A_i$ ).

Đặt  $[\beta_1, \beta_2]$  chứa miền xác định của biến ngôn ngữ đầu ra (tức miền xác định của tất cả  $B_i$ ).

### 2.4.4. Nơron mờ

Xét mạng nơron như hình 2.17. Trong đó: các tín hiệu vào-ra và các trọng số đều là số thực; Hai nơron ở đầu vào không làm thay đổi tín hiệu nên đầu ra của nó cũng là đầu vào. Tín hiệu xi kết hợp với trọng số  $w_i$  tạo thành tích.



Hình 2.17. Mờ noron

$$p_i = w_i x_i, \quad i = 1, 2.$$

Đầu vào của noron ở tầng ra là sự kết hợp của các  $p_i$  theo phép cộng:

$$p_1 + p_2 = w_1 x_1 + w_2 x_2.$$

**Chú ý:** đối với mạng noron mờ thì giá trị vào, giá trị ra, và trọng số là những số thực nằm trong khoảng  $[0, 1]$ .

#### Noron mờ AND

Tín hiệu  $x_i$  và trọng số  $w_i$  được kết hợp bởi conorm S tạo thành:

#### Noron mờ OR

Tín hiệu  $x_i$  và trọng số  $w_i$  được kết hợp bởi norm T tạo thành:

$$p_i = T(w_i, x_i), \quad i = 1, 2.$$

### 2.4.5. Giới thiệu ANFIS

ANFIS về bản chất hệ thống này là một hệ thống suy diễn mờ (FIS) với các thông số hàm thuộc của nó được điều chỉnh tự động nhờ sử dụng các thuật toán huấn luyện của mạng noron như thuật toán lan truyền ngược hoặc kết hợp lan truyền với phương pháp bình phương cực tiểu dựa trên tập dữ liệu vào/ra có sẵn.

#### 2.4.6. Cấu trúc bộ điều khiển theo ANFIS

Cụ thể, chức năng của từng lớp được diễn tả như sau:

+ Lớp 1: là lớp vào của mạng, gồm 2 noron, lớp này chuyển giá trị đầu vào đến lớp tiếp theo.

+ Lớp 2: Mỗi nút trong lớp này đại diện cho một trong năm hàm thuộc  $\{NB \ NS \ ZE \ PS \ PB\}$ , do đó lớp này có 10 noron.

+ Lớp 3: lớp này gồm 25 nơron tương ứng với 25 luật, đầu vào là các độ phụ thuộc, đầu ra của lớp là cường độ của luật (Rule weight).

+ Lớp 4: lớp này gồm 25 nơron. Đầu vào của lớp là cường độ của luật, đầu ra của lớp là cường độ luật trung bình.

+ Lớp 5: lớp này là lớp giải mờ, chỉ gồm 1 nơron. Đầu vào của lớp là các cường độ luật trung bình.

#### **2.4.7. Cơ chế huấn luyện của ANFIS**

Cơ chế huấn luyện như sau thuật toán được cung cấp với một tập hợp các ví dụ về hành vi riêng của mạng (dữ liệu vào/ra mẫu)  $\{[p_1, t_1], \dots [p_2, t_2], \dots [p_Q, t_Q]\}$  trong đó  $p_Q$  là đầu vào của mạng ( $e, e_c$ ) và  $t_Q$  là đầu ra mong muốn tương ứng với (target out put). Khi mỗi đầu vào được đưa tới mạng, đầu ra của mạng được so sánh với đầu ra mong muốn. Thuật toán phải hiệu chỉnh các thông số mạng để cực tiểu hóa sai số trung bình bình phương:

#### **2.4.8. Các hệ thống điều khiển dùng mờ nơron trong nước và thế giới**

1. Ứng dụng mạng nơron để điều khiển bộ bù tĩnh

PGS.TS. Đoàn Quang Vinh, ThS. Trần Đình Tân-Khoa Điện, trường Đại học Bách Khoa, Đại học Đà Nẵng

2. Ứng dụng mạng nơron mờ để xác định độ hút mong muốn (phụ thuộc vào dữ liệu thu thập từ thực nghiệm và các đặc tính của máy) - Nikos et al (1999)

3. Ứng dụng mạng nơron mờ cho việc điều khiển nhiệt độ dùng quang phổ dạng TSK - Cheng, Chen, Lee (2006)

### **2.5. KẾT LUẬN CHƯƠNG 2**

"Tổng quan về hệ mờ và mạng nơron" đã giải quyết được một số vấn đề sau:

- Nghiên cứu lý thuyết về hệ mờ và mạng nơron.
- Giới thiệu một số công trình nghiên cứu về hệ mờ nơron trong

nước và trên thế giới.

- Phân tích ưu nhược điểm mỗi loại và việc kết hợp chúng thành hệ mờ và mạng nơron nhằm phát huy ưu điểm của điều khiển mờ và mạng nơron trong điều khiển các hệ thống phi tuyến.

## CHƯƠNG 3

### XÂY DỰNG MÔ HÌNH TOÁN HỌC ROBOT HAI THANH VÀ THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN PID

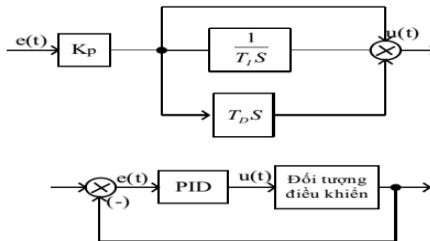
#### 3.1. BỘ ĐIỀU KHIỂN PID

##### 3.1.1. Khái niệm về bộ điều khiển PID

Khâu khuếch đại (P), khâu tích phân (I) và khâu vi phân (D). Bộ điều khiển PID có ba tính chất.

##### 3.1.2. Các phương pháp tổng hợp tham số của bộ PID

Bộ điều khiển PID được sử dụng khá rộng rãi để điều khiển đối tượng SISO theo nguyên lý hồi tiếp.



Hình 3.3. Sơ đồ nguyên lý điều khiển với bộ điều khiển PID

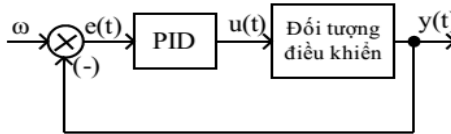
##### 3.1.3. Các phương pháp tinh chỉnh tham số PID.

- Phương pháp Ziegler – Nichols thứ nhất:

$$S(s) = \frac{ke^{-Ls}}{\tau s + 1} \quad (3.5)$$

Phương pháp thực nghiệm này có nhiệm vụ xác định các tham số  $k_p$ ,  $T_I$ ,  $T_D$  cho bộ điều khiển PID trên cơ sở xấp xỉ hàm truyền đạt  $S(s)$  của đối tượng thành dạng (2.5), để hệ kín nhanh chóng trở về chế độ

xác lập và độ quá điều chỉnh  $\Delta h$  không vượt quá giới hạn cho phép (khoảng 40% so với  $h_\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} h(t)$ , tức là có  $\frac{\Delta h}{h_\infty} \leq 0.4$ ).



Hình 3.5. Nhiệm vụ của bộ điều khiển PID

Ba tham số  $L$  (hằng số thời gian trễ),  $k$  (hệ số khuếch đại) và  $T$  (hằng số thời gian quán tính) của mô hình xấp xỉ có thể xác định gần đúng từ đồ thị hàm quá độ  $h(t)$  của đối tượng.

1.  $L$  là khoảng thời gian đầu ra chưa có phản hồi ngay với kích thích  $1(t)$  tại đầu vào

2.  $K$  là giá trị giới hạn với:  $h_\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} h(t)$

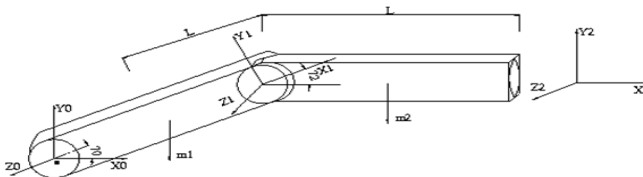
3. Gọi  $A$  là khoảng thời gian trễ tức là điểm trên trục hoành có hoành độ bằng  $L$ , khi đó  $T$  là khoảng thời gian cần thiết để tiếp tuyến của  $h(t)$  tại  $A$  đạt được giá trị  $k$ .

Bảng 3.2. Thông số bộ điều khiển PID, theo phương pháp Ziegler – Nichois thứ nhất

Thông số	$k_p$	$T_I$	$T_D$
P	$T_I/(k \cdot T_I)$	-	-
PI	$0,9T_I/(k \cdot T_I)$	$T_I/0,3$	-
PID	$1,2T_I/(k \cdot T_I)$	$2T_I$	$0,5T_I$

## 3.2. CÁC CẤU TRÚC CƠ BẢN CỦA ROBOT CÔNG NGHIỆP

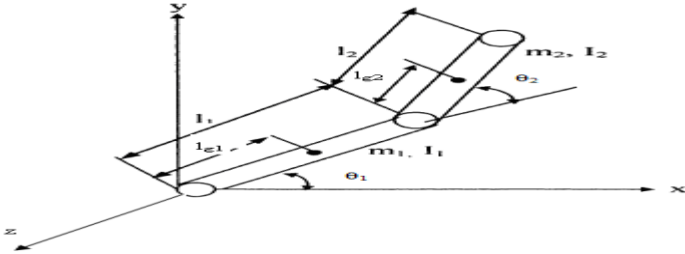
### 3.2.1. Cấu trúc chung robot hai thanh



Hình 3.10. Cấu trúc chung robot hai thanh



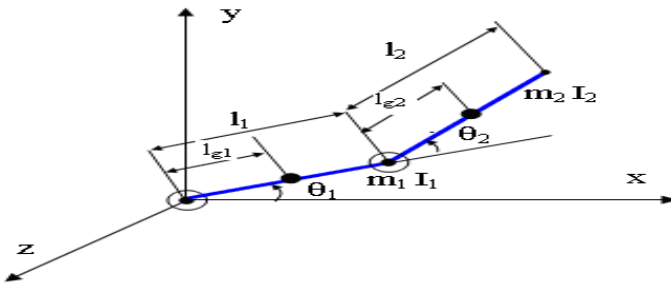
### 3.2.2. Kết cấu tay máy robot hai thanh



Hình 3.11. Liên kết của cánh tay robot hai thanh

### 3.3. THIẾT LẬP CÁC PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG HỌC CƠ BẢN

+ Xây dựng mô hình toán học cho cánh tay robot hai thanh, có thông số cho trước và hình vẽ hình 3.12



Hình 3.12. Kết cấu của cánh tay robot hai thanh

#### 3.3.1. Xây dựng mô hình toán học robot

Giả thiết khớp 1 sinh ra momen  $M_1$  tác dụng giữa bộ và thanh nối 1; khớp 2 sinh ra momen  $M_2$  tác dụng giữa thanh nối 1 và 2; trọng lực có hướng theo trục y. Ký hiệu động năng và thế năng của thanh nối  $i$  là  $K_i$  và  $P_i$  ( $i=1,2$ )

Ta có:

Động năng thanh nối 1:

$$K_1 = \frac{1}{2} m_1 l_{g1}^2 \dot{\theta}_1^2 + J_1 \dot{\theta}_1^2 \quad (3.8)$$

Thế năng thanh nối 1:

$$P_1 = m_1 g l_{g1} \sin \theta_1 \quad (3.9)$$

Tọa độ tâm khối thanh nối 2:

$$\begin{cases} x_2 = l_1 \cos \theta_1 + l_{g2} \cos(\theta_1 + \theta_2) \\ y_2 = l_1 \sin \theta_1 + l_{g2} \sin(\theta_1 + \theta_2) \end{cases} \quad (3.10)$$

Tốc độ tâm khối thanh nối 2:

$$\begin{cases} \dot{x}_2 = -l_1 \sin \theta_1 \dot{\theta}_1 - l_{g2} \sin(\theta_1 + \theta_2) (\dot{\theta}_1 + \dot{\theta}_2) \\ \dot{y}_2 = l_1 \cos \theta_1 \dot{\theta}_1 + l_{g2} \cos(\theta_1 + \theta_2) (\dot{\theta}_1 + \dot{\theta}_2) \end{cases} \quad (3.11)$$

→ Bình phương tốc độ dài tâm thanh nối 2:

$$\begin{aligned} v_2^2 &= \dot{x}_2^2 + \dot{y}_2^2 = l_1^2 \dot{\theta}_1^2 (\dot{\theta}_1 + \dot{\theta}_2)^2 \\ &+ 2l_1 l_{g2} \cos \theta_2 (\dot{\theta}_1^2 + \dot{\theta}_1 \dot{\theta}_2) \end{aligned} \quad (3.12)$$

Động năng thanh nối 2:

$$K_2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + \frac{1}{2} J_2 (\dot{\theta}_1 + \dot{\theta}_2)^2 \quad (3.13)$$

$$K_2 = \frac{1}{2} m_2 [l_1^2 \dot{\theta}_1^2 + l_{g2}^2 (\dot{\theta}_1 + \dot{\theta}_2)^2 + 2l_1 l_{g2} \cos \theta_2 (\dot{\theta}_1^2 + \dot{\theta}_1 \dot{\theta}_2)] + \frac{1}{2} J_2 (\dot{\theta}_1 + \dot{\theta}_2)^2 \quad (3.14)$$

Thế năng thanh nối 2:

$$P_2 = m_2 g [l_1 \sin \theta_1 + l_{g2} \sin(\theta_1 + \theta_2)] \quad (3.15)$$

Hàm lagrange của robot:

$$\begin{aligned} L &= (K_1 + K_2) - (L_1 + L_2) \\ &= \frac{1}{2} m_1 l_{g1}^2 \dot{\theta}_1^2 + \frac{1}{2} J_1 \dot{\theta}_1^2 + \frac{1}{2} m_2 [l_1^2 \dot{\theta}_1^2 + l_{g1}^2 (\dot{\theta}_1 + \dot{\theta}_2)^2] \\ &+ 2l_1 l_{g2} \cos \theta_2 (\dot{\theta}_1^2 + \dot{\theta}_1 \dot{\theta}_2) + \\ &\frac{1}{2} J_2 (\dot{\theta}_1 + \dot{\theta}_2)^2 - m_1 g l_{g1} \sin \theta_1 - m_2 g [l_1 \sin \theta_1 + l_{g2} (\theta_1 + \theta_2)] \end{aligned} \quad (3.16)$$

Mô men của khớp 1:  $M_1 = \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}_1} \right) - \left( \frac{\partial L}{\partial \theta_1} \right)$

$$\begin{aligned}
 &= [m_1 l_{g1}^2 + J_1 + m_2(l_2^2 + l_{g1}^2 + 2l_{g1}l_{g2}\cos\theta_2) + J_2]\ddot{\theta}_1 \\
 &+ [m_2 l_{g2}^2 + l_1 l_{g2}\cos\theta_2 + J_2]\ddot{\theta}_2 - m_2 l_1 l_{g2}\sin\theta_2(2\dot{\theta}_1\dot{\theta}_2 + \dot{\theta}_2^2) \\
 &+ m_1 g l_{g1}\cos\theta_1 + m_2 g[l_1\sin\theta_1 + l_{g2}\cos(\theta_1 + \theta_2)] \quad (3.17)
 \end{aligned}$$

Mômen của khớp 2:  $M_2 = \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}_2} \right) - \left( \frac{\partial L}{\partial \theta_2} \right) =$

$$\begin{aligned}
 &[m_2(l_{g2}^2 + l_1 l_{g2}\cos\theta_2) + J_2]\ddot{\theta}_1 + (m_2 l_{g2}^2 + J_2)\ddot{\theta}_2 + m_2 l_1 l_{g2}\sin\theta_2 \dot{\theta}_1^2 \\
 &\quad + m_2 g l_{g2}\cos(\theta_1 + \theta_2) \quad (3.18)
 \end{aligned}$$

Đặt 
$$\bar{M} = \begin{bmatrix} M_1 \\ M_2 \end{bmatrix}, \bar{q} = \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \end{bmatrix} \quad (3.19)$$

Ta có mô hình toán học robot:

$$\bar{M} = H(\bar{q})\ddot{\bar{q}} + V(\bar{q}, \dot{\bar{q}}) + G(\bar{q}) \quad (3.20)$$

Trong đó:

$H = \begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} \\ H_{21} & H_{22} \end{bmatrix}$ : Ma trận quán tính

Với: 
$$\begin{cases} H_{11} = m_1 l_{g1}^2 + J_1 + m_2(l_1^2 + l_{g2}^2 + 2l_1 l_{g2}\cos\theta_2) + J_2 \\ H_{12} = H_{21} = m_2(l_{g2}^2 + l_1 l_{g2}\cos\theta_2) + J_2 \\ H_{22} = m_2 l_{g2}^2 + J_2 \end{cases} \quad (3.21)$$

$$V = \begin{bmatrix} -m_2 l_1 l_{g2}\sin\theta_2 (\dot{\theta}_2^2 + 2\dot{\theta}_1\dot{\theta}_2) \\ m_2 l_1 l_{g2}\sin\theta_2 \dot{\theta}_1^2 \end{bmatrix} \quad (3.22)$$

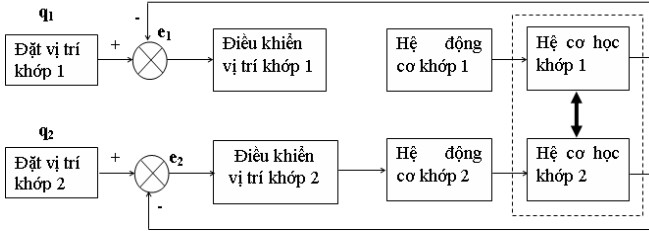
Thành phần mô men nhớt và hướng tâm

$$G = \begin{bmatrix} g_1 \\ g_2 \end{bmatrix}: \text{thành phần mô men trọng lực} \quad (3.23)$$

Với 
$$\begin{cases} g_1 = m_1 g l_{g1}\cos\theta_1 + m_2 g[(l_1\cos\theta_1 + l_{g2}\cos(\theta_1 + \theta_2))] \\ g_2 = m_2 g l_{g2}\cos(\theta_1 + \theta_2) \end{cases} \quad (3.24)$$

### 3.3.2. Thiết kế mô hình đối tượng của robot hai thanh trên Matlab-Simulink

Từ phương trình (3.20) ta có sơ đồ khối điều khiển tay máy

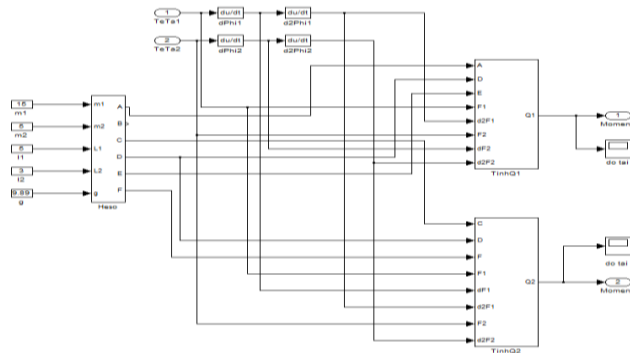


Hình 3.13. Sơ đồ khối hệ điều khiển tay máy robot hai thanh

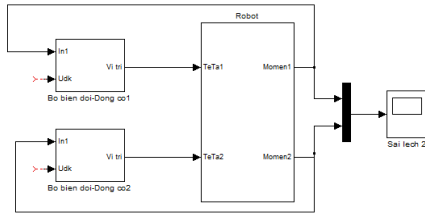
Hệ cơ học của tay máy được mô tả bởi hệ phương trình (3.19)

$$\bar{M} = \begin{bmatrix} M_1 \\ M_2 \end{bmatrix}, \bar{q} = \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \end{bmatrix} \quad (3.25)$$

- Truyền động cho các khớp là các hệ Tiristor-động cơ điện một chiều được tổng hợp theo môđul tối ưu có sơ đồ khối hình sau.



Hình 3.14. Sơ đồ cấu trúc hệ điều khiển tốc độ khớp 1, khớp 2



Hình 3.15. Sơ đồ mô phỏng hệ cơ học robot

Xác định tham số của bộ PID theo Ziegler – Nichols thứ nhất

\* Nếu sử dụng cho bộ điều khiển khuếch đại:  $R(s) = k_p = 297.5$

- Biến đổi động cơ có hàm truyền là:  $R_t = \frac{117}{0.0066s + 1}$

- Khâu phản hồi dòng điện  $K_i = 1.6$

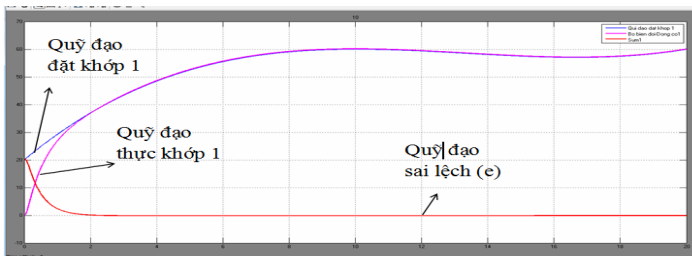
- Khâu phản hồi tốc độ  $K_n = 0.0033$

- Mạch vòng tốc độ điều khiển theo quy luật tích phân tỷ lệ

$K_p = 10$ ;  $K_i = 0.5$ ;  $K_d = 5$

### 3.3.3. Mô phỏng điều khiển vị trí các khớp của tay máy robot hai thanh, bằng bộ điều khiển PID

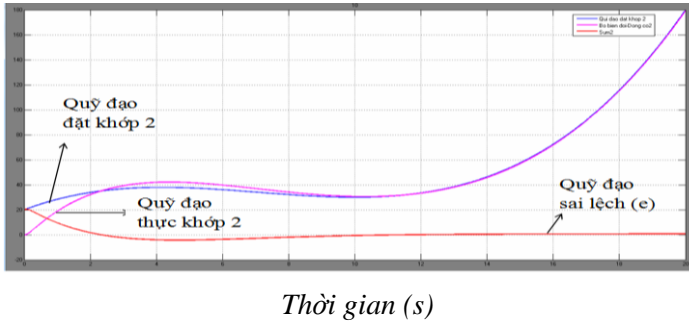
- Mô phỏng khớp quay 1 dùng bộ điều khiển PID



Thời gian (s)

Hình 3.17. Đặc tính động khớp quay vị trí 1 của tay máy robot hai thanh dùng bộ điều khiển PID

- Mô phỏng khớp quay 2 dùng bộ điều khiển PID



Hình 3.18. Đặc tính động khớp quay vị trí 2 của tay máy robot hai thanh dùng bộ điều khiển PID

### 3.3. KẾT LUẬN CHƯƠNG 3

Ở chương này chúng ta xây dựng thành công phương trình toán học và mô hình robot hai thanh ứng dụng giải thuật điều khiển PID.

- Mô phỏng vị trí các khớp quay của robot bằng phần mềm Matlab-Simulink

## CHƯƠNG 4

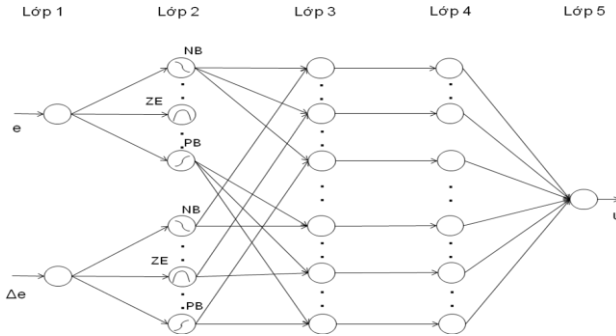
### THIẾT KẾ VÀ MÔ PHỎNG HOẠT ĐỘNG CỦA BỘ ĐIỀU KHIỂN LẠI MỜ NƠN CHO CÁNH TAY ROBOT HAI THANH

#### 4.1. ĐIỀU KHIỂN ROBOT SỬ DỤNG BỘ ĐIỀU KHIỂN ANFIS

##### 4.1.1. Giới thiệu ANFIS

##### 4.1.2. Cấu trúc bộ điều khiển theo ANFIS

Dựa trên những ràng buộc trên, cấu trúc bộ điều khiển theo ANFIS (bộ điều khiển ANFIS) tương tự như một mạng nơon như hình 4.1.



Hình 4.1. Cấu trúc của bộ điều khiển theo ANFIS

### 4.1.3. Cơ chế huấn luyện của ANFIS

$$E[e^2] = E[(t - a)^2] = \frac{1}{2}(t - a)^2 \quad (4.13)$$

## 4.2. THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN THEO ANFIS VÀ MÔ PHỎNG CHO KHỚP 2 CỦA ROBOT

### Bước 1: Tìm hiểu hệ thống

Hệ thống điều khiển được sử dụng là hệ thống mạch vòng kín có bù trượt với tốc độ được phản hồi.

### Bước 2: Khai báo các biến ngôn ngữ vào, ra

Hai tín hiệu này được xem như hai đầu vào của bộ điều khiển ANFIS là (E) và (EC). Đầu ra của bộ điều khiển ANFIS là tần số trượt (U). Miền giá trị của các biến ngôn ngữ được chọn như sau:

$$E = [-1 \div 21]; \quad EC = [0 \div 180]; \quad U = [20 \div 180]$$

Các tham số của hàm thuộc là các tham số khởi tạo ban đầu và sẽ được chỉnh định nhờ thuật toán lan truyền ngược.

### Bước 3: Xây dựng luật hợp thành

Với 5 tập mờ của mỗi đầu vào ta xây dựng được  $5 \times 5 = 25$  luật điều khiển, tương ứng với 25 hàm thuộc đầu ra.

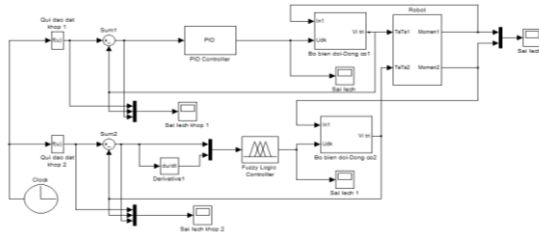
### Bước 4: Chọn luật hợp thành và giải mờ

Ở đây phương pháp hội mờ sử dụng luật min (And method), phương pháp suy diễn mờ dùng luật prod (Implication), phương pháp

tuyển mờ dùng luật sum (Aggregation), và phương pháp giải mờ là phương pháp điểm trọng tâm (Defuzzification).

### Bước 5: Mô phỏng hệ thống

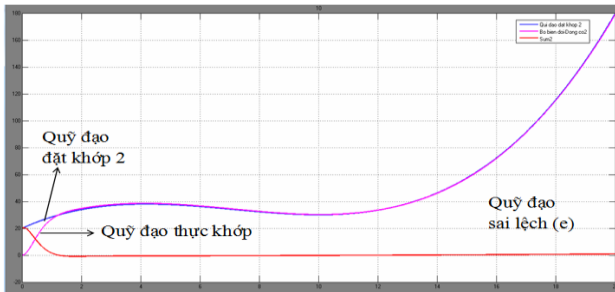
Sơ đồ mô phỏng Simulink của hệ thống như hình 4.21



Hình 4.5. Sơ đồ hệ thống điều khiển sử dụng bộ điều khiển ANFIS ở khớp 2

Dữ liệu huấn luyện được lưu trữ dưới dạng file .dat với tên gọi “training\_anfis.dat”. Cấu trúc dữ liệu gồm 3 cột tương ứng với các biến (E), (EC) và (Udk). Dữ liệu gồm 2223 mẫu số liệu vào/ra.

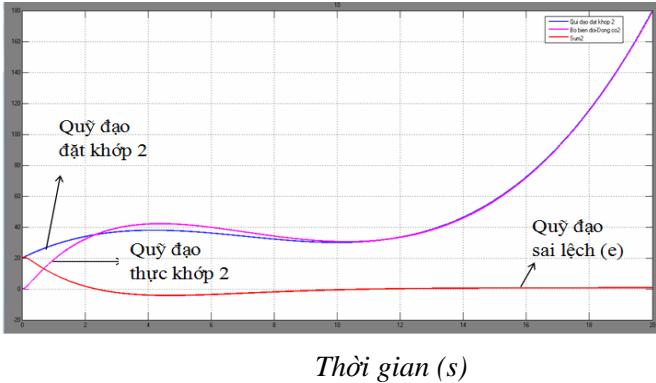
Với kết quả mô phỏng điều khiển vị trí của cánh tay robot sử dụng bộ điều khiển ANFIS như hình 4.33



Thời gian (s)

Hình 4.16. Kết quả mô phỏng điều khiển vị trí của cánh tay robot sử dụng bộ điều khiển ANFIS





Hình 4.17. Kết quả mô phỏng điều khiển vị trí của cánh tay robot sử dụng bộ điều khiển PID

### 4.3. KẾT LUẬN CHƯƠNG 4

- Xây dựng bộ điều khiển lai mờ neuron cho mạch vòng điều khiển khớp 2 của robot.

- Qua kết quả mô phỏng cho thấy sử dụng bộ điều khiển lai mờ neuron để điều khiển cánh tay robot hai thanh đạt được hiệu quả chính xác cao. Có thể áp dụng phương pháp điều khiển này để điều khiển cho các đối tượng phi tuyến và phức tạp đặc biệt với các robots có số bậc cao hơn.

## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Luận văn đã giải quyết được vấn đề sử dụng bộ điều khiển mờ-nơron theo cấu trúc ANFIS để điều khiển robot hai thanh.

Các kết quả mô phỏng đã cho thấy bộ điều khiển mờ nơron theo cấu trúc ANFIS đã giải quyết được vấn đề đặt ra của đề tài: là khắc phục được nhược điểm của bộ điều khiển PID là vấn đề gặp khó khăn trong việc chỉnh định các tham số và xây dựng mô hình. Kết quả mô phỏng đã khẳng định tính khả thi của giải pháp đề xuất và cho thấy triển vọng ứng dụng trong thực tiễn.

Luận văn đã đưa ra cách giải quyết vấn đề trên lý thuyết và kiểm chứng bằng mô phỏng. Từ đó có thể cho phép nghiên cứu để triển khai mô hình thực nghiệm, ứng dụng vào thực tiễn.

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG  
BAN ĐÀO TẠO

---

~~LUẬN VĂN ĐÃ ĐƯỢC KIỂM TRA~~