
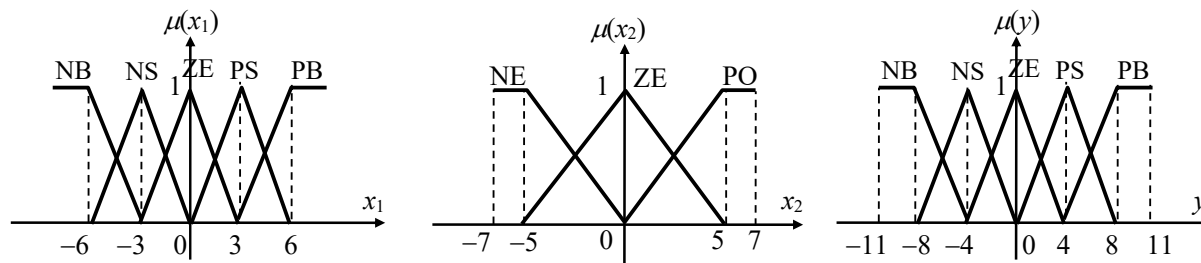


<b>Giảng viên ra đề:</b> (Chữ ký và Họ tên)	(Ngày ra đề)	<b>Người phê duyệt:</b> (Chữ ký, Chức vụ và Họ tên)	(Ngày duyệt đề)
--	--------------	--	-----------------

(phần phía trên cần che đi khi in sao để thi)

 TRƯỜNG ĐH BÁCH KHOA – ĐHQG-HCM KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ	THI CUỐI KỲ		Học kỳ/năm học		1	2022-2023
			Ngày thi		19/12/2022	
	Môn học	Nhập môn điều khiển thông minh				
	Mã môn học	EE3057				
	Thời lượng	90 phút	Mã đề			
Ghi chú: - Sinh viên chỉ được tham khảo tài liệu viết tay						

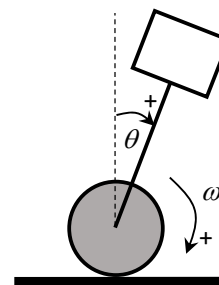
**Câu 1:** (L.O.2) (2.5 điểm) Cho hệ mờ dưới đây:



y		x1				
		NB	NS	ZE	PS	PB
x2	NE	PB	PB	PS	ZE	NS
	ZE	PB	PS	ZE	NS	NB
	PO	PS	ZE	NS	NB	NB

- 1.1 Vẽ kết quả suy luận dùng hệ mờ nêu trên khi ngõ vào hệ mờ là  $x_1 = -2, x_2 = 2$  dùng phương pháp suy luận MAX-PROD. Viết biểu thức tập mờ suy luận được
- 1.2 Tính giá trị ngõ ra  $y$  của hệ mờ nếu sử dụng phương pháp giải mờ trung bình mờ.

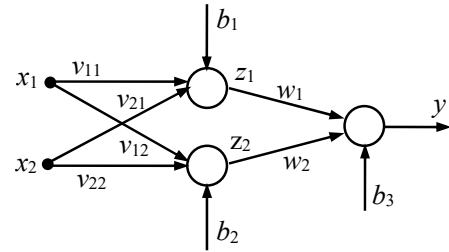
**Bài 2:** Xét hệ robot hai bánh cân bằng, giả sử hai bánh xe quay cùng tốc độ. Qui ước chiều dương của tốc độ quay  $\omega(t)$  của bánh xe và góc nghiêng  $\theta(t)$  của robot như chiều mũi tên trên hình. Biết rằng vận tốc quay  $\omega(t)$  của bánh xe bị giới hạn  $-4\pi \leq \omega(t) \leq 4\pi$  (rad/sec) và góc nghiêng của robot nằm trong miền  $-\pi/18 \leq \theta(t) \leq \pi/18$  (rad).



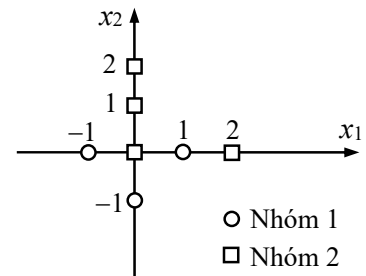
- 2.1 (L.O.3) (2.5 điểm) Hãy thiết kế bộ điều khiển mờ với tín hiệu ra là tốc độ quay  $\omega(t)$  của bánh xe để điều khiển góc nghiêng  $\theta(t)$  của robot bằng giá trị đặt  $\theta_d$  cho trước. Vẽ sơ đồ khối của hệ thống và vẽ sơ đồ minh họa ý tưởng đưa ra 5 luật điều khiển bất kỳ.
- 2.2 (L.O.5) (2.0 điểm) Trình bày cách dùng mạng thần kinh học bộ điều khiển mờ đã thiết kế ở câu 2.1. Trình bày rõ cấu trúc mạng, cách thu thập dữ liệu, cách huấn luyện mạng, sơ đồ điều khiển dùng mạng thần kinh sau khi đã huấn luyện. Viết đoạn chương trình Matlab khởi tạo và huấn luyện mạng nơ ron, giả sử đã thu thập được  $K$  mẫu dữ liệu.

(xem tiếp trang 2)

**Bài 3:** (L.O.4) (1.0 điểm) Cho mạng truyền thẳng như hình bên, cho biết hàm tác động ở lớp ẩn logsig và lớp ra là tansig. Tính ngõ ra của mạng, cho trọng số và ngõ vào của mạng là  $v_{11}=0.3$ ;  $v_{21}=-0.2$ ;  $v_{12}=0.3$ ;  $v_{22}=0.4$ ;  $w_1=-0.2$ ;  $w_2=0.4$ ;  $b_1=0.2$ ;  $b_2=0.1$ ;  $b_3=-0.3$ ;  $x_1=0.4$ ;  $x_2=0.3$



**Bài 4:** (L.O.4) (2.0 điểm) Cho tập dữ liệu gồm 2 nhóm biểu diễn trên đồ thị ở hình bên. Hãy trình bày cấu trúc mạng và cách huấn luyện mạng Perceptron có hai ngõ vào  $x_1$  và  $x_2$ , một ngõ ra  $y$  phân tập dữ liệu thành 2 nhóm, nhóm 1 ứng với ngõ ra  $y=0$ , nhóm 2 ứng với ngõ ra  $y=1$ . Trình bày rõ tập dữ liệu huấn luyện từng Perceptron trong mạng.



--- HẾT ---

## ĐÁP ÁN

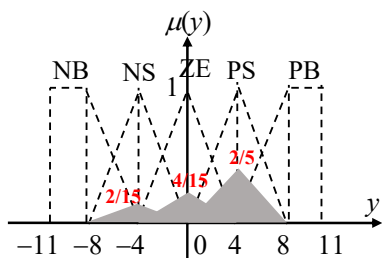
### Câu 1:

Mờ hóa:

$$x'_1 = -2 \rightarrow \begin{bmatrix} \mu_{NB}(x'_1) \\ \mu_{NS}(x'_1) \\ \mu_{ZE}(x'_1) \\ \mu_{PS}(x'_1) \\ \mu_{PB}(x'_1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 2/3 \\ 1/3 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad x'_2 = 2 \rightarrow \begin{bmatrix} \mu_{NE}(x'_1) \\ \mu_{ZE}(x'_1) \\ \mu_{PO}(x'_1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0.6 \\ 0.4 \end{bmatrix} \quad (0.5đ)$$

Các qui tắc tác động (0.5đ)					
$x_1$	$x_2$	$y$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\beta=(\alpha_1.\alpha_2)$
NS	ZE	PS	2/3	0.6	2/5
NS	PO	ZE	2/3	0.4	4/15
ZE	ZE	ZE	1/3	0.6	1/5
ZE	PO	NS	1/3	0.4	2/15

Kết quả suy luận: (0.5đ)



Biểu thức tập mờ: (0.5đ)

$$\mu(y) = \begin{cases} 0 & (y < -8 \text{ hoặc } y \geq 8) \\ \frac{2}{15} \left( \frac{y+8}{4} \right) & (-8 < y \leq -4) \\ \frac{2}{15} \left( \frac{-y}{4} \right) & (-4 < y \leq -8/3) \\ \frac{4}{15} \left( \frac{y+4}{4} \right) & (-8/3 < y \leq 0) \\ \frac{4}{15} \left( \frac{4-y}{4} \right) & (0 < y \leq 8/5) \\ \frac{2}{5} \left( \frac{y}{4} \right) & (8/5 < y \leq 4) \\ \frac{2}{5} \left( \frac{8-y}{4} \right) & (4 < y \leq 8) \end{cases}$$

Kết quả giải mờ theo phương pháp trung bình mờ: (0.5đ)

$$y^* = \frac{(-4)(2/15) + (0)(4/15) + (4)(2/5)}{(2/15) + (4/15) + (2/5)} = 4/3$$

## Bài 2:

### 2.1 (2.5 điểm):

- Bộ điều khiển mờ điều khiển góc nghiêng robot 2 bánh cân bằng
  - + Sơ đồ khối bộ điều khiển mờ: PI mờ (0.5đ)
  - + Các hệ số chuẩn hóa (0.5đ)
  - + Giá trị ngôn ngữ các biến vào / ra (0.5đ)
  - + Các luật điều khiển và hình minh họa (5 trường hợp) (1.0đ)

### 2.2 (2.0 điểm):

Mạng nơ ron học bộ điều khiển PI mờ

- + Cấu hình mạng nơ ron (0.5đ)
- + Mô tả cách thu thập dữ liệu và cách huấn luyện (0.5đ)
- + Sơ đồ khối hệ thống điều khiển dùng NN sau khi huấn luyện (0.5đ)
- + Đoạn chương trình huấn luyện mạng NN (0.5đ)

## Bài 3: (1.0 điểm)

Trọng số và mức ngưỡng:

$$\mathbf{v}_1 = \begin{bmatrix} b_1 \\ v_{11} \\ v_{21} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2 \\ 0.3 \\ -0.2 \end{bmatrix}; \mathbf{v}_2 = \begin{bmatrix} b_2 \\ v_{12} \\ v_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.1 \\ 0.3 \\ 0.4 \end{bmatrix}; \mathbf{w} = \begin{bmatrix} b_3 \\ w_1 \\ w_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.3 \\ -0.2 \\ 0.4 \end{bmatrix}$$

### Lớp ẩn (0.75 đ)

$$net_{h1} = \mathbf{v}_1^T \mathbf{x} = \begin{bmatrix} 0.2 \\ 0.3 \\ -0.2 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} -1 \\ 0.4 \\ 0.3 \end{bmatrix} = -0.14$$

$$net_{h2} = \mathbf{v}_2^T \mathbf{x} = \begin{bmatrix} 0.1 \\ 0.3 \\ 0.4 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} -1 \\ 0.4 \\ 0.3 \end{bmatrix} = 0.14$$

$$z_1 = \text{logsig}(net_{h1}) = 0.465$$

$$z_2 = \text{logsig}(net_{h2}) = 0.535$$

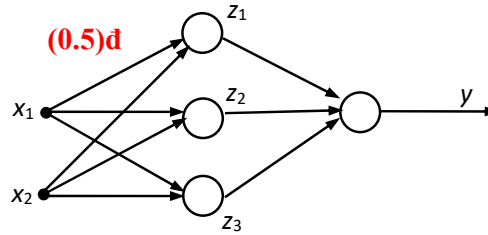
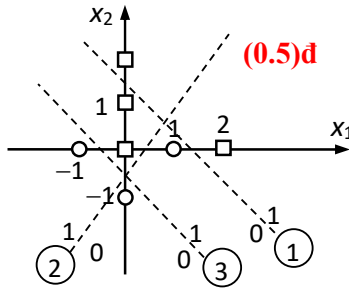
$$\Rightarrow \mathbf{z}(1) = \begin{bmatrix} -1 \\ z_1(1) \\ z_2(1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 \\ 0.465 \\ 0.535 \end{bmatrix}$$

### Lớp ra (0.25đ):

$$net_o = \mathbf{w}^T \mathbf{z} = \begin{bmatrix} -0.3 \\ -0.2 \\ 0.4 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} -1 \\ 0.465 \\ 0.535 \end{bmatrix} = 0.421$$

$$y = \text{tagsig}(net_o) = 0.398$$

**Bài 4 (2.0 điểm):**



Sử dụng các Perceptron để phân nhóm dữ liệu, mỗi Perceptron chia dữ liệu làm 2 phần các đường phân chia như hình vẽ. Dữ liệu thuộc nhóm 2 ( $y=1$ ) trong các trường hợp:

- ngõ ra Perceptron  $z_1$  bằng 1
- ngõ ra Perceptron  $z_2$  và  $z_3$  đồng thời bằng 1

Từ phân tích trên, ta có sơ đồ mạng Perceptron để phân nhóm dữ liệu như sau, mạng sẽ được huấn luyện để ngõ ra  $y$  bằng 1 nếu dữ liệu thuộc nhóm 2, và  $y$  bằng 0 nếu dữ liệu thuộc nhóm 1.

Dữ liệu huấn luyện các Perceptron  $z_1$ - $z_3$  như sau: **(0.5đ)**

$x_1$	$x_2$	$z_1$	$z_2$	$z_3$
2	0	1	0	1
0	2	1	1	1
0	0	0	1	1
0	1	0	1	1
0	-1	0	0	0
-1	0	0	1	0
1	0	0	0	1

Dữ liệu huấn luyện Perceptron  $y$  như sau:

$z_1$	$z_2$	$z_3$	$y$
1	0	1	1
1	1	1	1
0	1	1	1
0	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0

Sử dụng giải thuật học Delta huấn luyện các Perceptron theo các bảng dữ liệu ở trên ta sẽ được mạng Perceptron phân nhóm dữ liệu theo yêu cầu đề bài.

Mà trận dữ liệu huấn luyện các Perceptron  $z_1$ - $z_3$ : **(0.5đ)**

$$X = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & 2 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \end{bmatrix},$$

$$D_1 = [1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$$

$$D_2 = [0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0]$$

$$D_3 = [1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1]$$

Ma trận dữ liệu huấn luyện Perceptron  $y$ :

$$X = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

$$Y_2 = [1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0]$$