

Bài 1: (2.5 điểm) Cho mạng thần kinh ở hình 1, trong đó hàm kích hoạt ở lớp ẩn là hàm sigmoid lưỡng cực (hàm tansig) với $\lambda=1$, hàm kích hoạt ở lớp ra là hàm tuyến tính.

Cho biết trọng số ban đầu của mạng như sau:
 $v_{11}(1) = 2.0$; $v_{21}(1) = 1.0$; $v_{12}(1) = -1.0$; $v_{22}(1) = 0.5$;
 $w_1(1) = 1.0$; $w_2(1) = -1.0$. Cho tập dữ liệu huấn luyện mạng:

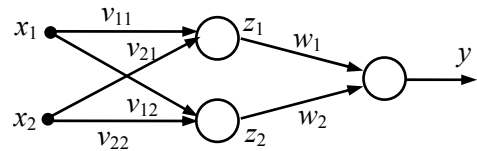
$$X = \begin{bmatrix} -0.5 & 0.8 & 1.0 \\ 0.4 & 0.2 & -0.6 \end{bmatrix}, \quad D = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Áp dụng giải thuật lan truyền ngược với hệ số học $\eta = 0.4$, hãy tính trọng số của mạng sau 1 bước huấn luyện.

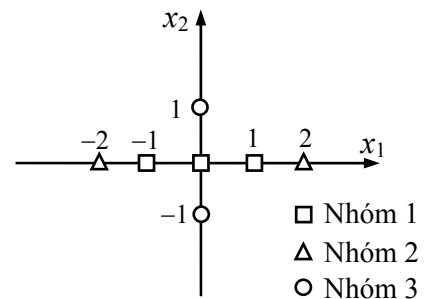
Bài 2: (2.5 điểm) Cho tập dữ liệu gồm 3 nhóm biểu diễn trên đồ thị ở hình 2, hãy trình bày cấu trúc và cách huấn luyện mạng Perceptron (giải thuật? dữ liệu?) để phân tập dữ liệu thành 3 nhóm.

Bài 3: (2.5 điểm) Xét bài toán điều khiển đoàn xe vận tải, trong đó xe dẫn đầu (xe 1) do người lái, xe theo sau (xe 2) được điều khiển tự động bám theo xe trước. Dùng ra đa có thể đo khoảng cách y giữa xe sau và xe trước. Cho tín hiệu điều khiển u là lực (do động cơ hoặc bộ hãm) tác động lên xe. Miền giá trị của u là $-10 \leq u \leq 10$ (kN). Hãy thiết kế bộ điều khiển mờ điều khiển xe sau bám theo xe trước và cách xe trước khoảng cách $y_d=8\text{m}$. Trình bày chi tiết các bước thiết kế và vẽ hình minh họa ý tưởng đưa ra 5 qui tắc điều khiển bất kỳ.

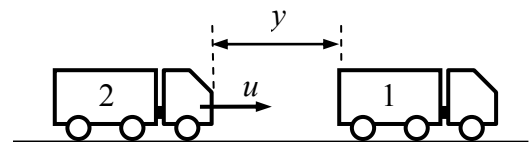
Bài 4: (2.5 điểm) Xét bài toán nhận dạng bảng số xe trong các hệ thống giữ xe tự động. Giả sử bằng cách áp dụng các giải thuật xử lý ảnh ta đã tách ra được các số riêng lẻ như hình 4. Hãy trình bày cách sử dụng mạng thần kinh để nhận dạng các số từ 0 đến 9 ở hình 4. Trình bày rõ cấu trúc mạng thần kinh, các đặc trưng dùng để nhận dạng, cách tạo ra dữ liệu để huấn luyện mạng, giải thuật dùng để huấn luyện mạng,...



Hình 1



Hình 2

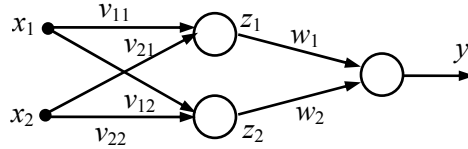


Hình 3



Hình 4

Bài 1: (2.5 điểm)



Dữ liệu huấn luyện mạng: $X = \begin{bmatrix} -0.5 & 0.8 & 1.0 \\ 0.4 & 0.2 & -0.6 \end{bmatrix}$, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

Bước 1: $k=1$; $\eta = 0.4$;

$$v_{11}(1) = 2.0; v_{21}(1) = 1.0; v_{12}(1) = -1.0; v_{22}(1) = 0.5; w_1(1) = 1.0; w_2(1) = -1.0$$

Bước 2: Tính ngõ ra của mạng (truyền thuận dữ liệu)

Lớp ẩn (0.75 đ)

$$net_{h1}(1) = \mathbf{v}_1^T(1)\mathbf{x}(1) = v_{11}(1)x_1(1) + v_{21}(1)x_2(1) = 2.0 \times (-0.5) + 1.0 \times 0.4 = -0.6$$

$$net_{h2}(1) = \mathbf{v}_2^T(1)\mathbf{x}(1) = v_{12}(1)x_1(1) + v_{22}(1)x_2(1) = -1.0 \times (-0.5) + 0.5 \times 0.4 = 0.7$$

$$z_1(1) = a_h(net_{h1}) = \frac{2}{1 + \exp(-net_{h1})} - 1 = \frac{2}{1 + \exp(0.6)} - 1 = -0.2913$$

$$z_2(1) = a_h(net_{h2}) = \frac{2}{1 + \exp(-net_{h2})} - 1 = \frac{2}{1 + \exp(-0.7)} - 1 = 0.3364$$

Lớp ra (0.25đ):

$$net_o(1) = \mathbf{w}^T(1)\mathbf{z}(1) = w_1(1)z_1(1) + w_2(1)z_2(1) = 1.0 \times (-0.2913) - 1.0 \times 0.3364 = -0.6277$$

$$y(1) = a_o(net_o) = net_o = -0.6277$$

Bước 3: Cập nhật trọng số (lan truyền ngược sai số)

Chú ý: $a'_o(net_o) = 1$ do hàm kích hoạt lớp ra là hàm tuyến tính

$$a'_h(net_{hq}) = \frac{1}{2} [1 - a_h^2(net_{hq})] = (1 - z_q^2)/2 \text{ do hàm kích hoạt lớp ẩn là hàm tansig}$$

Lớp ra: (0.5đ)

$$\delta_o(1) = [(d(1) - y(1))] [a'_o(net_o(1))] = (1 - (-0.6277)) = 1.6277$$

$$w_1(2) = w_1(1) + \eta \delta_o(1) z_1(1) = 1.0 + 0.4 \times 1.6277 \times (-0.2913) = 0.8103$$

$$w_2(2) = w_2(1) + \eta \delta_o(1) z_2(1) = -1.0 + 0.4 \times 1.6277 \times 0.3364 = -0.7810$$

Lớp ẩn: (1.0đ)

$$\begin{aligned} \delta_{h1}(1) &= \delta_o(1) w_1(1) a'_h(net_{h1}(1)) = \delta_o(1) w_1(1) (1 - z_1^2(1)) / 2 \\ &= 1.6277 \times 1 \times (1 - (-0.2913)^2) / 2 = 0.7448 \end{aligned}$$

$$\delta_{h2}(1) = (\delta_o(1) w_2(1)) a'_h(net_{h2}(1)) = \delta_o(1) w_2(1) (1 - z_2^2(1)) / 2 = -0.7448$$

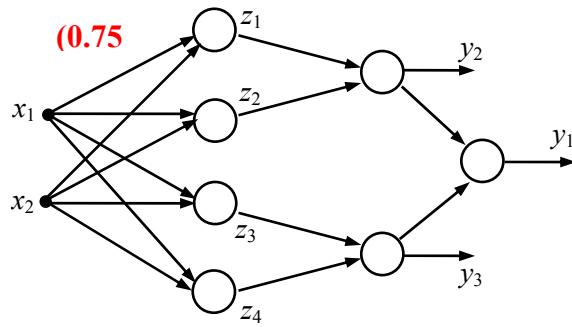
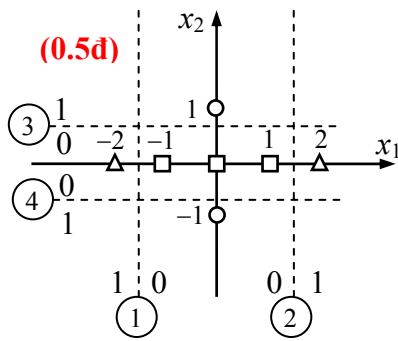
$$v_{11}(2) = v_{11}(1) + \eta \delta_{h1}(1) x_1(1) = 2.0 + 0.4 \times 0.7448 \times (-0.5) = 1.8510$$

$$v_{21}(2) = v_{21}(1) + \eta \delta_{h1}(1) x_2(1) = 1.0 + 0.4 \times 0.7448 \times 0.4 = 1.1191$$

$$v_{12}(2) = v_{12}(1) + \eta \delta_{h2}(1) x_1(1) = -1.0 + 0.4 \times (-0.7448) \times (-0.5) = -0.8556$$

$$v_{22}(2) = v_{22}(1) + \eta \delta_{h2}(1) x_2(1) = 0.5 + 0.4 \times (-0.7448) \times 0.4 = 0.3845$$

Bài 2: (2.5 điểm) Cho tập dữ liệu gồm 3 nhóm biểu diễn trên đồ thị ở hình 2, hãy trình bày cấu trúc và cách huấn luyện mạng Perceptron (giải thuật? dữ liệu?) để phân tập dữ liệu thành 3 nhóm.



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 được phân nhóm như sau:

- Dữ liệu thuộc nhóm 2 nếu ngõ ra Perceptron 1 hoặc ngõ ra Perceptron 2 bằng 1
- Dữ liệu thuộc nhóm 3 nếu ngõ ra Perceptron 3 hoặc ngõ ra Perceptron 4 bằng 1
- Dữ liệu thuộc nhóm 1 nếu đồng thời không thuộc nhóm 2 và nhóm 3

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_i bằng 1 nếu dữ liệu thuộc nhóm i .

Dữ liệu huấn luyện các Perceptron z_1 - z_4 như sau: (0.5đ)

x_1	x_2	z_1	z_2	z_3	z_4
2	0	0	1	0	0
-2	0	1	0	0	0
0	1	0	0	1	0
0	-1	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0
-1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

Dữ liệu huấn luyện các Perceptron y_2 - y_3 như sau: (0.75đ)

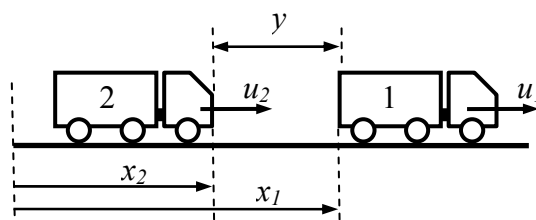
z_1	z_2	y_2
1	0	1
0	1	1
0	0	0

z_3	z_4	y_3
1	0	1
0	1	1
0	0	0

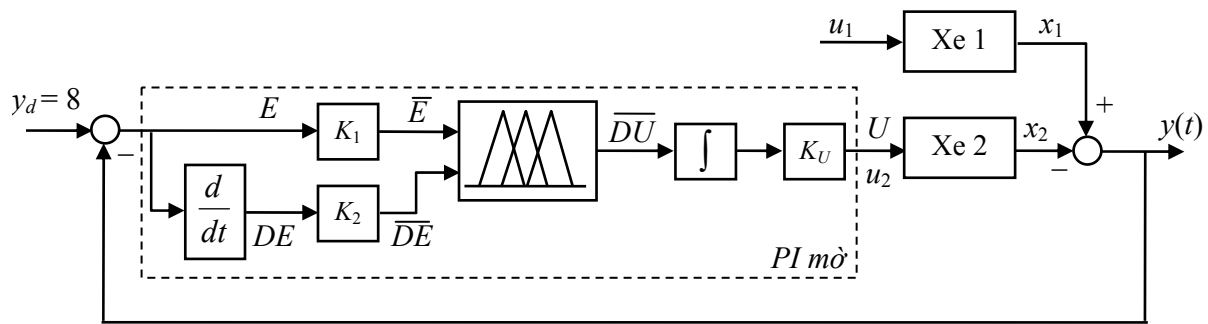
y_2	y_3	y_1
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

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.

Bài 3: (2.5 điểm)

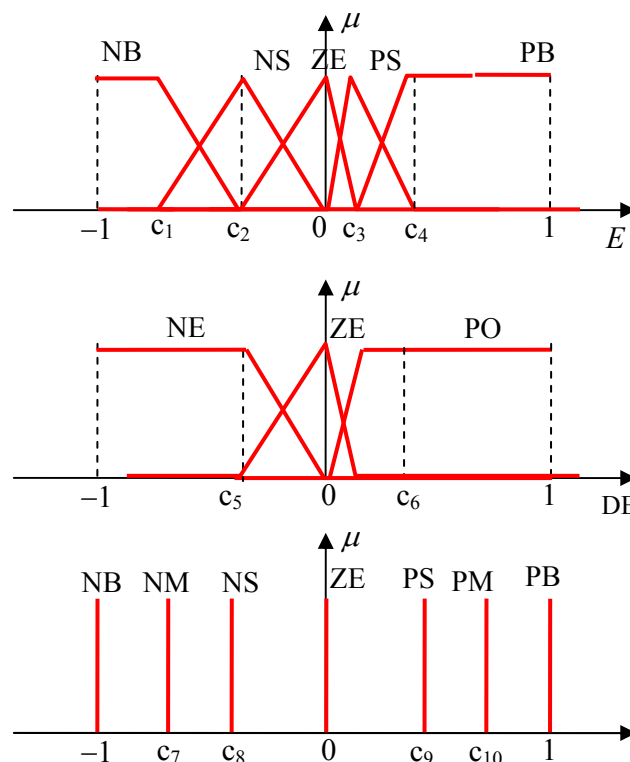


- Để xe 2 có thể bám theo xe 1 cách khoảng y_d với sai số bằng 0, **cần sử dụng bộ điều khiển PI mờ**. Sơ đồ khối (0.5đ)



Xác định biến vào/ra của hệ mờ các giá trị ngôn ngữ và các tập mờ (0.5 đ)

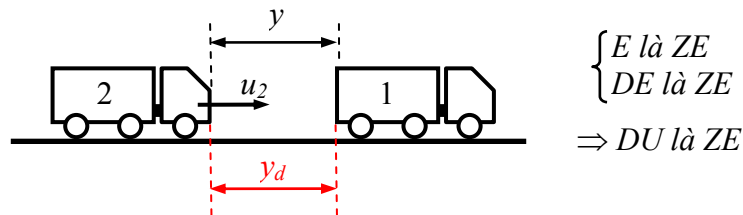
- Các biến vào bộ điều khiển mờ: E và DE,
- Biến ra bộ điều khiển mờ: DU
- Tầm giá trị sai số có thể chọn: $-50 < E < 8$
(sai số bằng 8 khi khoảng cách giữa 2 xe bằng 0; sai số bằng -50 khi xe 2 cách xe 1 một khoảng bằng 58m)
- Hệ số chuẩn hóa: $K_1 = 1/50$, K_2 : chỉnh định thực nghiệm
 $K_u = 10$ (khâu tích phân bảo hòa trong miền $[0,1]$)
- Giả sử chọn 5 giá trị ngôn ngữ có biến E, 3 giá trị ngôn ngữ cho biến DE và 7 giá trị ngôn ngữ cho biến DU. Chú ý là bài toán không đối xứng do đó không nên chọn các tập mờ đối xứng. Tổng quát, tất cả các tham số c_1, c_2, \dots, c_{10} của các hàm liên thuộc sẽ được chỉnh định độc lập qua thực nghiệm.



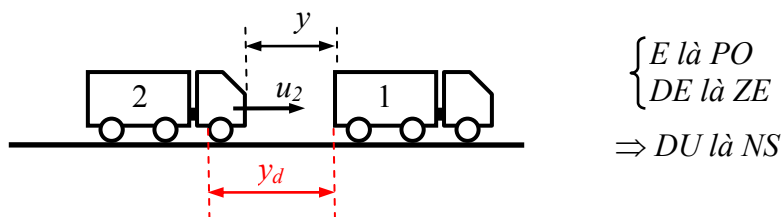
- Qui ước y có xu hướng giảm xuống nếu ta tăng u_2 , ta có các qui tắc điều khiển mờ **(0.5 đ)**

DU		E				
		NB	NE	ZE	PO	PB
DE	NE	PB	PM	PS	ZE	NS
	ZE	PM	PS	ZE	NS	NM
	PO	PS	ZE	NS	NM	NB

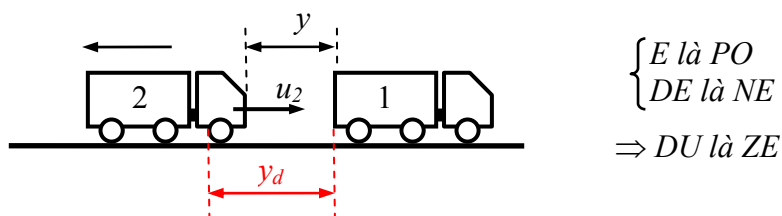
- Giải thích 5 qui tắc (bất kỳ): **(1.0 đ)**



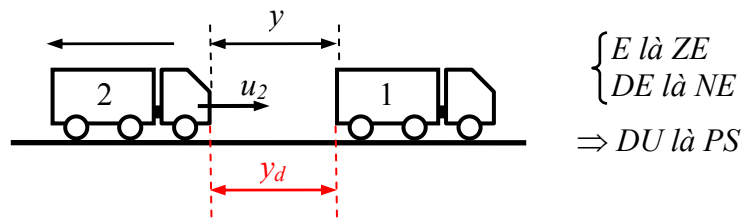
Sai số là ZE (khoảng cách 2 xe đúng giá trị đặt), biến thiên sai số là ZE (khoảng cách của hai xe không đổi), do đó để duy trì trạng thái này cần giữ nguyên lực tác động vào xe 2
 \Rightarrow biến thiên tín hiệu điều khiển là ZE



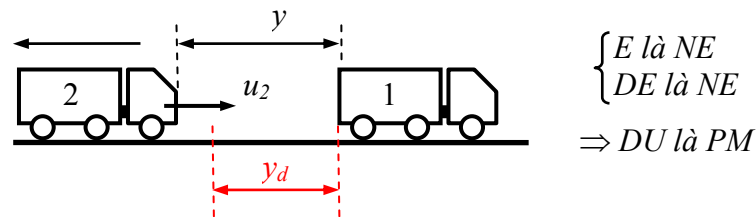
Sai số là PO (khoảng cách 2 xe nhỏ hơn giá trị đặt), biến thiên sai số là ZE (khoảng cách hai xe không đổi), do đó để giảm sai số phải giảm nhẹ lực tác động vào xe 2
 \Rightarrow biến thiên tín hiệu điều khiển là NS



Sai số là PO (khoảng cách 2 xe nhỏ hơn giá trị đặt), biến thiên sai số là NE (sai số giảm, nghĩa xe 2 đang chạy chậm lại so với xe 1), do đó trong trường hợp này giữ nguyên tín hiệu điều khiển, chờ khoảng cách 2 xe đạt yêu cầu \Rightarrow biến thiên tín hiệu điều khiển là ZE



Sai số là ZE (khoảng cách 2 xe bằng giá trị đặt), biến thiên sai số là NE (sai số giảm, nghĩa xe 2 đang chạy chậm lại so với xe 1), do đó trong trường hợp này phải tăng lực tác dụng vào xe 2 \Rightarrow biến thiên tín hiệu điều khiển là PS



Sai số là NE (khoảng cách 2 xe lớn hơn giá trị đặt), biến thiên sai số là NE (sai số giảm, nghĩa xe 2 đang chạy chậm lại so với xe 1), do đó trong trường hợp này phải tăng lực hút của nam châm tác động vào xe 2 (tăng mạnh hơn trường hợp trên) \Rightarrow biến thiên tín hiệu điều khiển là PM

* Khi dụng thực nghiệm vào một hệ nâng bi trong từ trường cụ thể, cần phải chỉnh định các hệ số K_2 , K_u , c_1 , c_2, \dots, c_{10} cho phù hợp.

Bài 4: (2.5 điểm) Dựa vào bài giảng, cần trình bày các ý:

- Sơ đồ khối giai đoạn huấn luyện và nhận dạng chữ số **(0.5 đ)**
- Cách tính các đặc trưng **(0.75 đ)**
- Sơ đồ cấu hình mạng thần kinh **(0.75 đ)**
- Cách tạo ra dữ liệu huấn luyện mạng và giải thuật huấn luyện mạng **(0.5 đ)**