Série de TD 1

Exercice 01 : Soit un système flou composé de 3 variables linguistiques suivantes : Température (T), Vitesse (V), Tension (U), chaque variable est représentée par les ensembles fous suivants :

$$<\text{Température}, \{\text{Moyenne}, \text{Faible}, \text{Elevée}\}, [0,70]>$$

$$\mu_F(T) = \begin{cases} 1 & si \quad T < 10 \\ \dfrac{20-T}{10} & si \quad 10 \le T \le 20 \\ 0 & si \quad T > 20 \end{cases} \qquad \mu_M(T) = \begin{cases} \dfrac{T-10}{10} & si \quad 10 \le T \le 20 \\ 1 & si \quad 20 < T \le 40 \\ \dfrac{50-T}{10} & si \quad 40 < T \le 50 \\ 0 & si \quad T > 50 \end{cases} \qquad \mu_E(T) = \begin{cases} \dfrac{T-40}{10} & si \quad 40 \le T \le 50 \\ 1 & si \quad T > 50 \end{cases}$$

$$<\text{Vitesse}, \{\text{Faible}, \text{Elevée}\}, [0,70]>$$

$$\mu_F(V) = \begin{cases} 1 & si \quad 0 \le V \le 50 \\ \dfrac{60-V}{10} & si \quad 50 < V \le 60 \\ 0 & si \quad V > 60 \end{cases} \qquad \mu_E(V) = \begin{cases} \dfrac{V-50}{10} & si \quad 50 \le T \le 60 \\ 1 & si \quad T > 60 \end{cases}$$

$$<\text{Tension}, \{\text{Zéro}, \text{Positive}, \text{Positive G}\}, [0,200]>$$

$$\mu_Z(U) = \begin{cases} 1 & si \quad 0 \le U \le 100 \\ \dfrac{120-U}{100} & si \quad 100 < V \le 120 \\ 0 & si \quad U > 120 \end{cases} \qquad \mu_P(U) = \begin{cases} \dfrac{U-100}{20} & si \quad 100 < U \le 120 \\ \dfrac{140-U}{20} & si \quad 120 < U \le 140 \end{cases}$$

$$\mu_{PG}(U) = \begin{cases} \dfrac{U-120}{20} & si \quad 120 < U \le 140 \\ 1 \quad si \quad U > 140 \end{cases}$$

1- Tracez les fonctions d'appartenance de chaque variable linguistique
2- Représentez chaque sous ensemble flou, de chaque variable linguistique, par leurs instructions (Matlab) équivalant

Exercice 02 :

On souhaite commander le freinage d'un véhicule en fonction de sa vitesse et de sa distance à l'obstacle. Sur la base de ces deux mesures et en faisant appel aux règles d'inférence, le contrôleur flou doit régler le dosage freinage du véhicule.

On suppose que la distance entre le véhicule et l'obstacle prenne des valeurs entre 0m et 125m, elle est définie comme suit : $Dis\tan ce = \langle D, \{près, loin\}, [0, 125m] \rangle$:

Avec $près = \begin{cases} 1 & si \;\; D \le 0 \\ \dfrac{-1}{125} D + 1 & si \;\; 0 < D \le 125 \\ 0 & si \;\; D > 125 \end{cases}$ $\qquad loin = \begin{cases} 0 & si \;\; D \le 0 \\ \dfrac{1}{125} D & si \;\; 0 < D \le 125 \\ 1 & si \;\; D > 125 \end{cases}$

De même on définit la vitesse du véhicule comme suit :

$Vitesse = \langle V, \{lente, moyenne, rapide\}, [0, 150 km/h] \rangle$:avec

$$lente = \begin{cases} 1 & si \; V \le 0 \\ \dfrac{-1}{75} V + 1 & si \;\; 0 < V \le 75 \\ 0 & si \; V > 75 \end{cases}, \quad moyenne = \begin{cases} \dfrac{1}{75} V & si \;\; 0 < V \le 75 \\ \dfrac{-1}{75} V + 2 & si \; 75 < V \le 150 \\ 0 & si \; V \le 0 \; ou V > 150 \end{cases},$$

$$rapide = \begin{cases} \dfrac{1}{75} V - 1 & si \;\; 0 < V \le 75 \\ 1 & si \; V > 150 \end{cases}$$

Le freinage est définit dans une échelle de 0 à 10, d'où on choisit deux intervalles flous et des fonctions d'appartenance de type triangulaire en définissant un freinage faible comme correspondant à un freinage inférieure à 2.5 et un freinage énergique comme étant un freinage supérieure à 7.5.

1- Déterminez, les variables linguistiques, d'entrée et de sortie, et leurs sous-ensembles flous
2- Tracer les variables d'entrée et de sortie

Exercice 03 : On désire automatiser le réglage du temps de lavage d'une machine à laver. Pour cela, on inclut un capteur de turbidité mesurant le degré de salissure de l'eau de lavage. Cette information sera exprimée sur une échelle de 0 à 100%. La vitesse de variation de la turbidité informe sur le type de salissure. Par exemple, des vêtements gras produiront une évolution plus lente de la turbidité car la graisse est moins soluble dans l'eau que d'autres types de salissure. Cette information sera, elle-aussi, exprimée sur une échelle de 0 à 100%. Un capteur supplémentaire permet de déterminer la masse du linge à laver.

1) Déterminer, selon ta compréhension du cahier de charge :
- La (ou les) variable(s) d'entrée :
- La variable de sortie :
- L'univers du discours de la variable de sortie
2) Proposer des ensembles flous pour chaque variable

Exercice 04 :

On souhaite commander l'installation de chauffage d'un immeuble à l'aide d'un contrôleur flou. On dispose de deux sondes de température : l'une à l'extérieur de l'immeuble (grandeur externe) l'autre à l'intérieur (grandeur interne).

Sur la base de ces deux mesures et en faisant appel aux règles d'inférence, le contrôleur flou doit régler la puissance de l'installation de chauffage.

❖ *Fuzzification de la température externe*

On choisit deux intervalles flous et des fonctions d'appartenance de type trapézoïdales en définissant la température froide comme correspondante à une température inférieure à 5°C et la température chaude comme étant une température supérieure à 20°C.

- Entre 5°C et 20°C la température peut considérer à la fois comme froide et chaude avec des degrés d'appartenance différentes.

❖ *Fuzzification de ?a température interne*

On choisit trois intervalles flous et des fonctions d'appartenance de type trapézoïdales en définissant la température froide comme correspondant à une température inférieure à 15°C, température moyenne comme étant une température comprise entre 19°C et 21°C et la température chaude comme étant une température supérieure à 25°C.

- Entre 15°C et 19°C la température peut considérer à la fois comme froide et moyenne avec des degrés d'appartenance différentes.
- Entre 21°C et 25°C la température peut considérer à la fois comme moyenne et chaude avec des degrés d'appartenance différentes.

❖ *Fuzzification de ?a puissance*

On choisit quatre intervalles flous pour définir la puissance de l'installation avec des fonctions d'appartenance en forme de raies. On définit les valeurs suivantes :

Puissance valeur en %

nulle 0%

faible 35%

moyenne 70%

maximale 100%

Questions :

1- Déterminez,
   - les variables linguistiques, d'entrée et de sortie, et leurs sous-ensembles flous (pour chaque variable linguistique)?
   - Tracer les variables d'entrée et de sortie

EXAMEN

Exercice 01 :

On souhaite commander l'installation de chauffage d'un immeuble à l'aide d'un contrôleur flou. On dispose de deux sondes de température : l'une à l'extérieur de l'immeuble (grandeur externe) l'autre à l'intérieur (grandeur interne).

Sur la base de ces deux mesures et en faisant appel aux règles d'inférence, le contrôleur flou doit régler la puissance de l'installation de chauffage.

- ***Fuzzification de la température externe***

On choisit deux intervalles flous et des fonctions d'appartenance de type trapézoïdales en définissant la température froide comme correspondante à une température inférieure à 5°C et la température chaude comme étant une température supérieure à 20°C.

- Entre 5°C et 20°C la température peut considérer à la fois comme froide et chaude avec des degrés d'appartenance différentes.

- ***Fuzzification de la température interne***

On choisit trois intervalles flous et des fonctions d'appartenance de type trapézoïdales en définissant la température froide comme correspondant à une température inférieure à 15°C, température moyenne comme étant une température comprise entre 19°C et 21°C et la température chaude comme étant une température supérieure à 25°C.

- Entre 15°C et 19°C la température peut considérer à la fois comme froide et moyenne avec des degrés d'appartenance différentes.
- Entre 21°C et 25°C la température peut considérer à la fois comme moyenne et chaude avec des degrés d'appartenance différentes.

- ***Fuzzification de la puissance***

On choisit quatre intervalles flous pour définir la puissance de l'installation avec des fonctions d'appartenance en forme de raies. On définit les valeurs suivantes :

Puissance	valeur en %
nulle	0%
faible	35%
moyenne	70%
maximale	100%

- ***Règles d'inférences***

L'expérience acquise sur l'installation de chauffage a permis de définir les six règles suivantes :

R1 : **Si** la température extérieure est froide **et** la température intérieure est froide
alors mettre la puissance au maximum

R2 : **Si** la température extérieure est froide **et** la température intérieure est moyenne
alors mettre une puissance moyenne

R3 : **Si** la température extérieure est froide **et** la température intérieure est chaude
alors mettre une puissance faible

R4 : **Si** la température extérieure est chaude **et** la température intérieure est froide
alors mettre une puissance moyenne

R5 : **Si** la température extérieure est chaude **et** la température intérieure est moyenne
alors mettre une puissance faible

R6 : **Si** la température extérieure est chaude **et** la température intérieure est chaude
alors mettre une puissance nulle

Questions :

1- Déterminez, les variables linguistiques, d'entrée et de sortie, et leurs sous-ensembles flous (pour chaque variable linguistique)?

2- Complétez les figures 1, figure 2 et figure 3. (Répondez directement sur la feuille de sujet).

❖ **Hypothèse:** On veut calculer la puissance imposée par le contrôleur flou, sur l'installation de chauffage pour une température extérieure de 8°C et une température intérieure de 23°C

- En utilisant la méthode Min-Max :

3- Donnez l'équivalence de chaque opérateurs et implications constituants la méthode Min-Max (pour la partie condition et la partie conclusion) ?

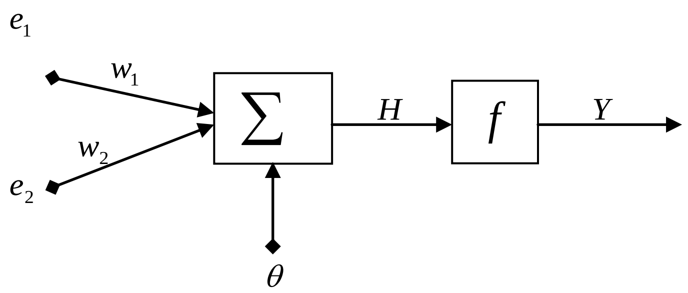
4- Calculer les degrés d'appartenances de la température extérieure et intérieure aux points 8°C et 23°C respectivement (Répondez directement sur les figures 1 et 2).

5- Pour chaque' une des règles floues définies précédemment, calculez les degrés d'appartenances de la variable de sortie par la méthode Min-Max (aux points 8°C et 23°C).

6- Calculez alors la valeur de la puissance équivalente, imposée par le contrôleur flou, (aux points 8°C et 23°C) (défuzzification par centre de gravité).

Exercice 02 :

Soit le réseau suivant (Perceptron composé de 2 neurones d'entrée et d'un neurone de sortie)



Où f est une fonction bipolaire (fonction signe) définie comme suit : $Y = signe(H) = \begin{cases} +1, & si \quad H > 0 \\ -1, & si \quad H \leq 0 \end{cases}$

Avec la base d'apprentissage suivante: (Conditions initiales) : $\begin{cases} w_1 = -0.2, \\ w_2 = +0.1, \end{cases}$ et $\begin{cases} \theta = -0.2 \\ \alpha = +0.1 \end{cases}$

e1	e2	Y_d (sortie désirée)	
1	1	1	(1)
-1	1	-1	(2)
-1	-1	-1	(3)
1	-1	-1	(4)

-Recherchez les valeurs de poids w_1 et w_2 qui résolvent le problème par l'algorithme d'apprentissage du Perceptron de de Widrow-Hoff.

Bon courage

Bouhafs

Nom :……………………………………………
Prénom :…………………………………………
Groupe :………

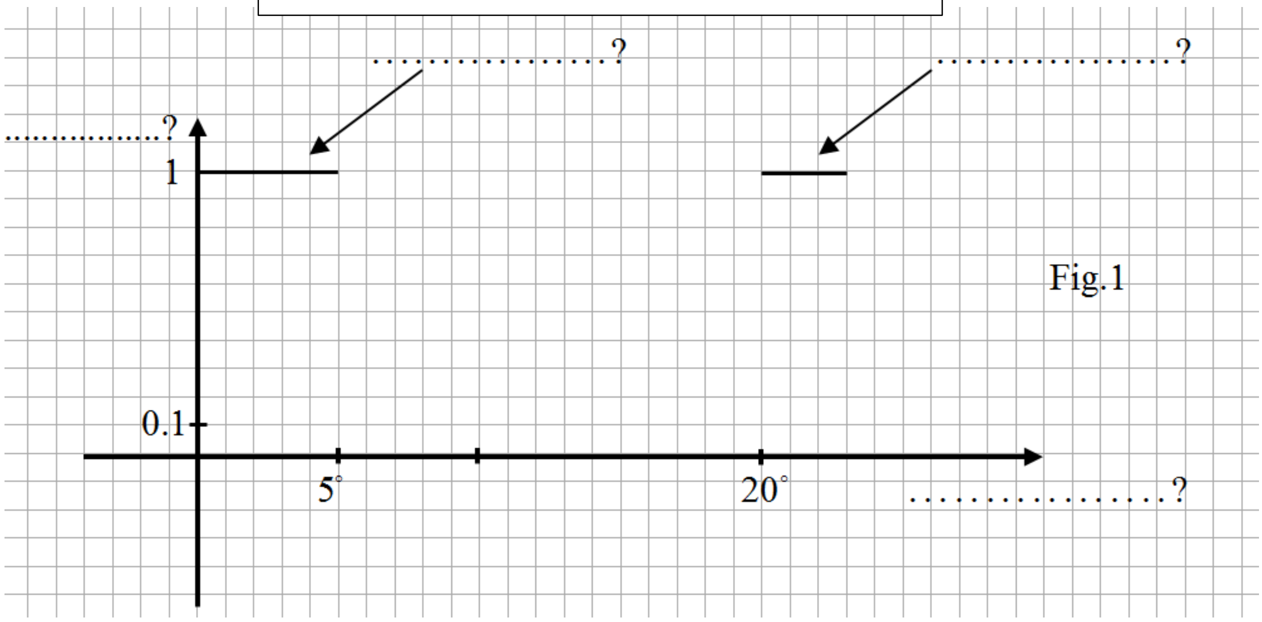


Fig.1

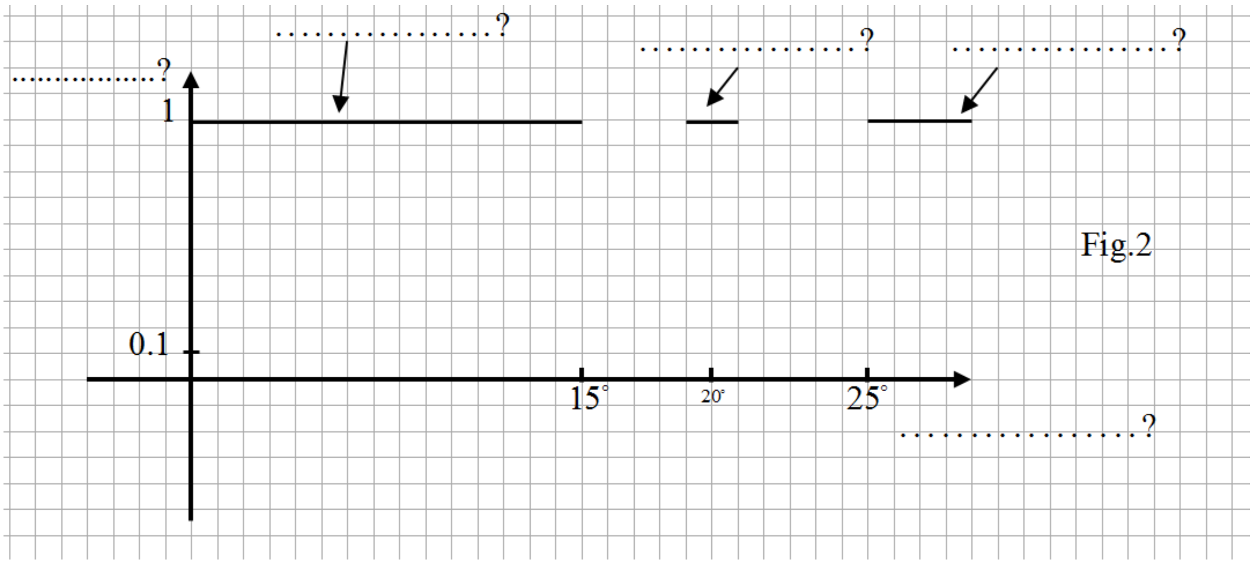


Fig.2

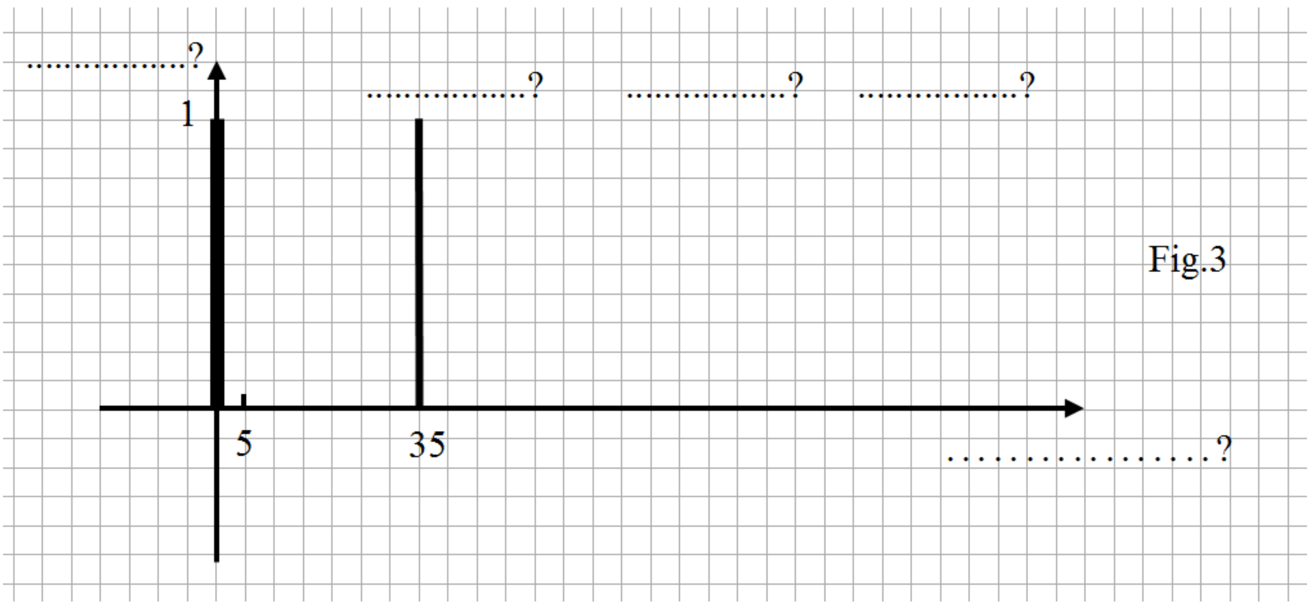


Fig.3

solution Exercice 01 : 15.25pt

1- Le système étudié est composé de 2 variables d'entrées et une variable de sortie

Les variables d'entrées sont :

(0.25) (0.25)

(0.25) La température externe (Text) ={Température Froide Texf, Température chaude Texc}

(0.25) La température interne (Tint) ={Température Froide Tintf, Tepmpérature moyenne Tintm, Température chaude Tintc}(0.25) (0.25) (0.25)

(0.25) La variable de sortie est la puissance (P) {nulle (N), Faible (F), Moyenne (M), Maximale (M) }

2- Voire les figures 1, figure 2 et figure 3. 1.25 (0.25) (0.25) 2.5

3- l'équivalence de chaque opérateur de **MAX-MIN**

- Au niveau de la condition : **ET** est représenté par la fonction **Min** (0.25)
OU est représenté par la fonction **Max** (0.25) 1

- Au niveau de la conclusion : **OU** est représenté par la fonction **Max** (0.25)
AORS est représenté par la fonction **Min** (0.25)

4- Voire les figures 1 et figure 2. 1

5- Les règles d'inférences donnent les degrés d'appartenances suivantes de la variable de sortie (aux points 8°C et 23°C).

R1. « Maximum » avec un degré de vérité de : Min(0.8 et 0)=0 (0.75)

R2. « Moyenne » avec un degré de vérité de : Min(0.8 et 0.5)=0.5 (0.75)

R3. « Faible » avec un degré de vérité de : Min(0.8 et 0.5)=0.5 (0.75) 4.5

R4. « Moyenne » avec un degré de vérité de : Min(0.2 et 0)=0 (0.75)

R5. « Faible » avec un degré de vérité de : Min(0.2 et 0.5)=0.2 (0.75)

R6. « Nulle » avec un degré de vérité de : Min(0.2 et 0.5)=0.2 (0.75)

L'opérateur ou appliqué sur les règles qui donnent les mêmes variables floues donnent :

« Maximum » avec un degré de vérité de 0 (0.75)

« Moyenne » avec un degré de vérité de : Max(0.5 et 0)=0.5 (0.75) 3

« Faible » avec un degré de vérité de: Max(0.5 et 0.2)=0.5 (0.75)

« Nulle » avec un degré de vérité de 0.2 (0.75)

1- La valeur de la puissance équivalente, imposée par le contrôleur flou, (aux points 8°C et 23°C)

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{4} \mu_i P_i}{\sum_{i=1}^{4} \mu_i} = \frac{0\times 100 + 0.5\times 70 + 0.5\times 35 + 0.2\times 0}{0+0.5+0.5+0.2} = \frac{52.5}{1.2} = 43.75$$ 2

avec P : Puissance du chauffage en %

μ_i : degré d'appartenance de la variable floue de sortie « Puissance » indice i

P_i : valeur de la variable floue « Puissance » indice i

Le contrôleur flou impose donc une puissance de 43.75% sur l'installation de chauffage.

Solution exercice 02 :4.75pt

Base d'exemples d'apprentissage :

e1	e2	Y_d	
1	1	1	(1)
-1	1	-1	(2)
-1	-1	-1	(3)
1	-1	-1	(4)

(Conditions initiales) : $\begin{cases} w_1 = -0.2, \\ w_2 = +0.1, \end{cases}$ et $\begin{cases} \theta = -0.2 \\ \alpha = +0.1 \end{cases}$

La sortie du neurone $Y_j = \sum_{i=1}^{2} e_i w_i + \theta$ (0.25)

La mise a jours des poids $w_i^{t+1} = w_i^t + \alpha(Y_d - Y)e_i$ (0.25)

Calculons la valeur de Y pour l'exemple (1) :

- H(1) = w1.e1 + w2.e2 + θ = -0.2 + 0.1 -0.2 = -0.3 (0.25) $Y(i) = f(H(i))$ (0.25)

$Y(1) = f(H(1)) = -1$, (la sortie désirée Yd(1) = +1), ……… modification des poids) (0.25)

$$w_1 = -0.2 + 0.1\times(1+1)\times(+1) = 0 \quad (0.25)$$
$$w_2 = 0.1 + 0.1\times(1+1)\times(+1) = 0.3 \; (0.25)$$

- $H(2) = 0\times(-1) + 0.3\times 1 - 0.2 = +0.1$ (0.25)

$Y(2) = f(H(2)) = 1$, (la sortie désirée Yd(2)=-1) …….. modification des poids) (0.25)

$$w_1 = 0 + 0.1\times(-1-1)\times(-1) = +0.2 \; (0.25)$$
$$w_2 = 0.3 + 0.1\times(-1-1)\times(+1) = 0.1 \; (0.25)$$

- $H(3) = 0.2\times(-1) + 0.1\times(-1) - 0.2 = -0.5$ (0.25)

$Y(3) = f(H(3)) =) -1$, (la sortie désirée Yd(3)=-1)……….ok (0.25)

La sortie est bonne, on passe directement sans modification des poids à l'exemple suivant

- $H(4) = 0.2\times(1) + 0.1\times(-1) - 0.2 = -0.1$ (0.25)

$Y(4) = f(H(4)) = -1$, (la sortie désirée Yd(4)=-1)……..ok (0.25)

On revient au début de la base d'apprentissage

- $H(1) = 0.2\times(1) + 0.1\times(1) - 0.2 = 0.1$ (0.25)

$Y(1) = f(H(1)) = 1$, (la sortie désirée Yd(1)=1)………ok (0.25)

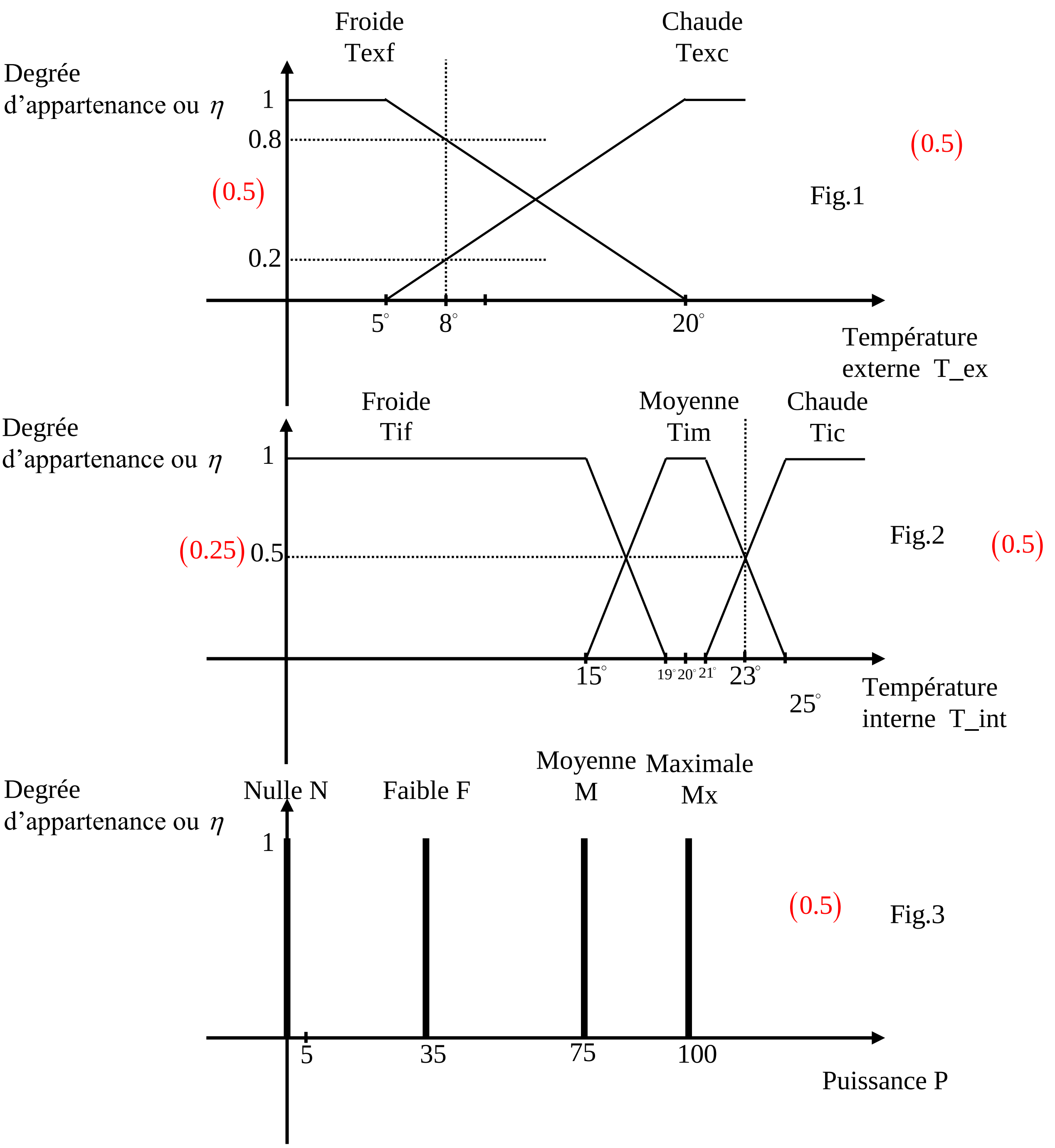
- $H(2) = 0.2\times(-1) + 0.1\times(1) - 0.2 = -0.3$ (0.25)

$Y(2) = f(H(2)) = -1$, (la sortie désirée Yd(2)=-1)…………ok (0.25)

Tous les exemples de la base ont été correctement traités, l'apprentissage est terminé.

Les paramètres du Perceptron sont : w1 = 0.2, w2 = 0.1 et θ = -0.2

(2.25)


Froide
Texf
Chaude
Texc
Degrée
d'appartenance ou η
1
0.8
(0.5)
0.2
5°
8°
20°
(0.5)
Fig.1
Température
externe T_ex
Froide
Tif
Moyenne
Tim
Chaude
Tic
Degrée
d'appartenance ou η
1
(0.25) 0.5
15°
19° 20° 21°
23°
25°
Fig.2
(0.5)
Température
interne T_int
Nulle N
Faible F
Moyenne
M
Maximale
Mx
Degrée
d'appartenance ou η
1
5
35
75
100
(0.5)
Fig.3
Puissance P

Université de SKIKDA
Faculté de Technologie
Département de Génie électrique

M2 Aut et Sys
Module : Commandes intelligentes
Durée : 1h30min

Examen – 01/2022

Exercice 01 : On souhaite commander le freinage d'un véhicule en fonction de sa vitesse et de sa distance à l'obstacle. Sur la base de ces deux mesures et en faisant appel aux règles d'inférence, le contrôleur flou doit régler le dosage freinage du véhicule.

On suppose que la distance entre le véhicule et l'obstacle prenne des valeurs entre 0m et 125m, elle est définie comme suit : $Distance = \langle D, \{près, loin\}, [0, 125m] \rangle$:

Avec $près = \begin{cases} 1 & si\ \ D \le 0 \\ \dfrac{-1}{125}D + 1 & si\ \ 0 < D \le 125 \\ 0 & si\ \ D > 125 \end{cases}$ $\quad loin = \begin{cases} 0 & si\ \ D \le 0 \\ \dfrac{1}{125}D & si\ \ 0 < D \le 125 \\ 1 & si\ \ D > 125 \end{cases}$

De même on définit la vitesse du véhicule comme suit :

$Vitesse = \langle V, \{lente, moyenne, rapide\}, [0, 150km/h] \rangle$:avec

$$lente = \begin{cases} 1 & si\ V \le 0 \\ \dfrac{-1}{75}V + 1 & si\ \ 0 < V \le 75 \\ 0 & si\ V > 75 \end{cases}, moyenne = \begin{cases} \dfrac{1}{75}V & si\ \ 0 < V \le 75 \\ \dfrac{-1}{75}V + 2 & si\ 75 < V \le 150 \\ 0 & si\ V \le 0\ ou V > 150 \end{cases}, rapide = \begin{cases} \dfrac{1}{75}V - 1 & si\ \ 0 < V \le 75 \\ 1 & si\ V > 150 \end{cases}$$

Le freinage est définit dans une échelle de 0 à 10, d'où on choisit deux intervalles flous et des fonctions d'appartenance de type triangulaire en définissant un freinage faible comme correspondant à un freinage inférieure à 2.5 et un freinage énergique comme étant un freinage supérieure à 7.5.

1- Déterminez, les variables linguistiques, d'entrée et de sortie, et leurs sous-ensembles flous
2- Tracer les variables d'entrée et de sortie

Hypothèse: On veut calculer le dosage de freinage imposée par le contrôleur flou sur le véhicule pour une distance de 75m et une vitesse de 60km/h, pour cela on définit, dans le tableau ci-dessous, l'ensemble des règles du contrôleur.

Freinage		**Vitesse**		
		Lente	Moyenne	Rapide
Distance	Près		Modéré	énergique
	Loin	Faible		

3- Calculer les degrés d'appartenances de la distance et de la vitesse aux points 75m et 60km/h respectivement (Répondez directement sur les figures).
4- Pour chaque' une des règles floues définies dans le tableau, calculez les degrés d'appartenances de la variable de sortie par la méthode Min-Max (aux points 75m et 60km/h)
5- Calculez alors la valeur du dosage de freinage équivalente, imposé par le contrôleur flou aux points 75m et 60km/h par la méthode de centre de gravité.

Exercice 02 :

1- Expliquez brièvement les trois opérateurs constituants un système d'inférence floue ?
2- Définir les termes suivants:
Variable linguistique- Fonctions d'appartenances -Degré d'appartenance- Règles floues

Bon courage

Université de SKIKDA
Faculté de Technologie
Département de Génie électrique

M2 Auto & Sys
Module : Commandes intelligentes
Durée : 1h30min (2023)

Examen 01/2023

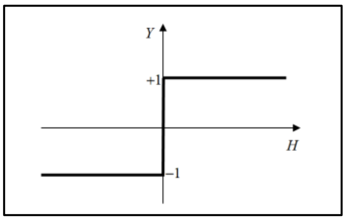
Exercice 01 : Considérons le modèle non linéaire suivant :

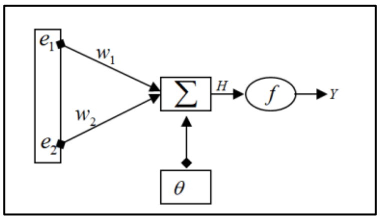
$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = x_2 \\ \dot{x}_2(t) = -x_1(t) + x_1(t)x_2{}^3(t) + x_3 + u(t) \\ \dot{x}_3(t) = 2x_1(t) + 3x_1(t)x_2{}^3(t) + x_3\cos(x_3) + (1-\cos(x_3))u(t) \end{cases}$$

Nous supposons que les variables d'état sont bornées comme suit: $x_1(t) \in [a,b]$ et $x_2(t) \in [-2,c]$ avec a, b et c sont des constantes positives.

1- Représenter le système président dans l'espace d'état
2- Déterminer les termes non linéaires $z_i(t)$
3- Calculer alors $\max\left(z_i(t)\right)$ **et** $\min\left(z_i(t)\right)$
4- Représenter le système alors sous forme d'un modèle flou de Takagi-sugeno (calculer les matrices d'évolution et de commande)
5- En déduire alors les fonctions d'appartenances $h_i\left(t\right)$

Exercice 02 : Soit le Perceptron suivant (figure 1) composé de 2 entrées et une sortie (les entrées et les sorties sont considérées comme des neurones).



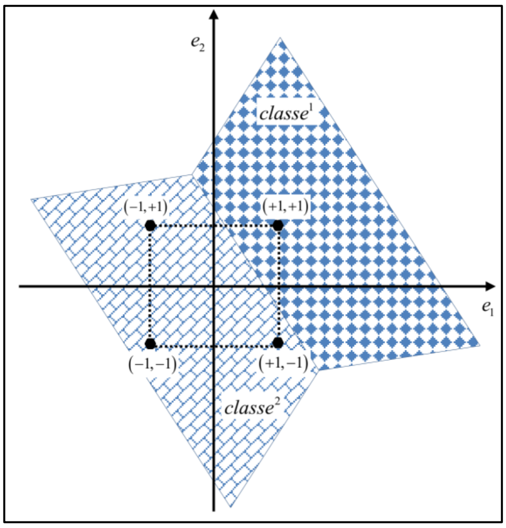


Avec $Y = sign\left(H\right)$ est la sortie du neurone, définie par une fonction *signe* comme le montre la figure 2.

Le Perceptron réalise une partition de son espace d'entrée en 2 classes selon la valeur de sa sortie désirée d_i. La séparation de ces deux classes est effectuée par un hyperplan (figure 3).

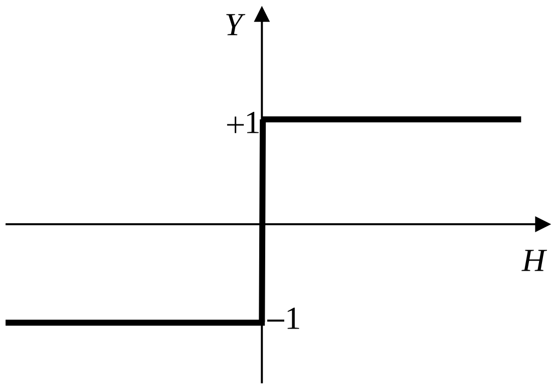
NB : la sortie désirée d_i, soit égale à : 1(si on est dans la classe^1) ou bien égale à : -1 (si on est dans la classe^2).

1- Compléter la table d'apprentissage ci-dessous
2- Recherchez les valeurs de poids w_i qui résolvent le problème par l'algorithme de *Widrow-Hoff* (apprentissage du perceptron), avec les conditions initiales suivantes : $w_1 = 0.2$, $w_2 = 0.1$ et $\theta = -0.2$
3- Tracer dans la figure 3 la droite optimale qui partitionne les deux classe (tracer l'équation $\hat{w}_1 e_1 + \hat{w}_2 e_2 + \hat{\theta} = 0$ avec $\hat{w}_1$, $\hat{w}_2$ sont les poids optimaux et $\hat{\theta}$ le seuil optimal.

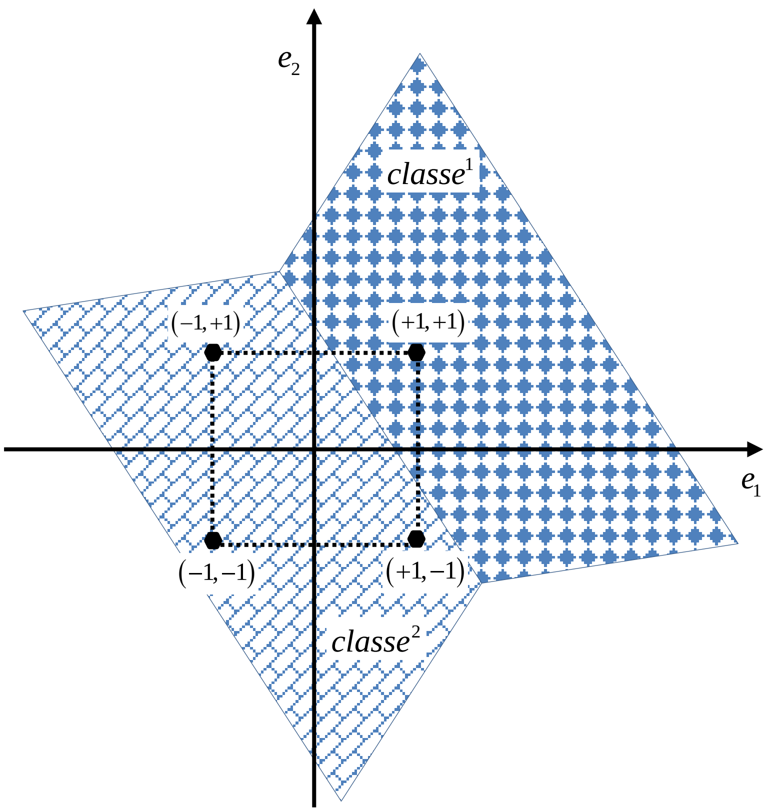


Bon courage

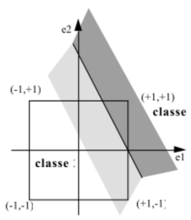
e_1	e_2	d	
			(1)
			(2)
			(3)
			(4)



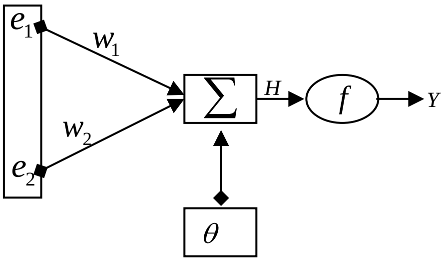
Y
+1
H
−1



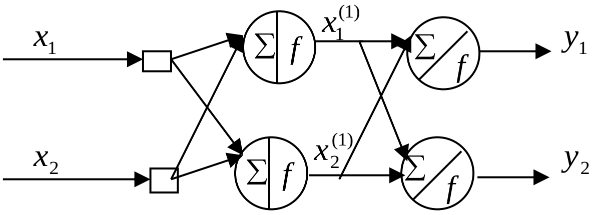
e2
classe1
(−1,+1)
(+1,+1)
e1
(−1,−1)
(+1,−1)
classe2



e2
(-1,+1)
(+1,+1)
classe
e1
classe
(-1,-1)



Soit le réseau représenté sur la figure suivante :



$$f = \tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$$

Avec $x = [0.5 \;\; 1]$, $y^d = [0.5 \;\; 1]$, $W_1 = [0.5 \;\; 0.5; 0.5 \; 0.5]$ et $W_2 = [1 \;\; 1; 1 \; 1]$

- Calculez les valeurs de sortie y_1 et y_2 puis l'erreur de chaque neurone de sortie, où *f* est la fonction ***tanh***

Micro-interrogation

Exercice : Considérons le modèle non linéaire suivant : $\begin{cases} \dot{x}_1(t) = 4x_1(t) + x_1^{\,2}(t)x_2(t) + \left(2 - \cos\left(x_2\right)\right)u(t) \\ \dot{x}_1(t) = -3x_1(t)\cos\left(x_2\right) + 2x_2(t) \end{cases}$

Pour obtenir une représentation locale, on suppose que $x_1(t)$ est bornée avec $x_1(t) \in [-a, a]$.

1- Représenter le système président dans l'espace d'état
2- Déterminer les termes non linéaires $z_i(t)$
3- Calculer $\max\left(z_i(t)\right)$
4- Calculer alors le modèle de Takagi-sugeno (les matrices d'évolution et de commande)
5- En déduire alors les fonctions d'appartenances

Bon courage

Micro-interrogation

Exercice : Considérons le modèle non linéaire suivant : $\begin{cases} \dot{x}_1(t) = 4x_1(t) + x_1^{\,2}(t)x_2(t) + \left(2 - \cos\left(x_2\right)\right)u(t) \\ \dot{x}_1(t) = -3x_1(t)\cos\left(x_2\right) + 2x_2(t) \end{cases}$

Pour obtenir une représentation locale, on suppose que $x_1(t)$ est bornée avec $x_1(t) \in [-a, a]$.

1- Représenter le système président dans l'espace d'état
2- Déterminer les termes non linéaires $z_i(t)$
3- Calculer $\max\left(z_i(t)\right)$
4- Calculer alors le modèle de Takagi-sugeno (les matrices d'évolution et de commande)
5- En déduire alors les fonctions d'appartenances

Bon courage

Micro-interrogation

Exercice : Considérons le modèle non linéaire suivant : $\begin{cases} \dot{x}_1(t) = 4x_1(t) + x_1^{\,2}(t)x_2(t) + \left(2 - \cos\left(x_2\right)\right)u(t) \\ \dot{x}_1(t) = -3x_1(t)\cos\left(x_2\right) + 2x_2(t) \end{cases}$

Pour obtenir une représentation locale, on suppose que $x_1(t)$ est bornée avec $x_1(t) \in [-a, a]$.

1- Représenter le système président dans l'espace d'état
2- Déterminer les termes non linéaires $z_i(t)$
3- Calculer $\max\left(z_i(t)\right)$
4- Calculer alors le modèle de Takagi-sugeno (les matrices d'évolution et de commande)
5- En déduire alors les fonctions d'appartenances

Bon courage

Micro-interrogation

Exercice : Considérons le modèle non linéaire suivant : $\begin{cases} \dot{x}_1(t) = 4x_1(t) + x_1^{\,2}(t)x_2(t) + \left(2 - \cos\left(x_2\right)\right)u(t) \\ \dot{x}_1(t) = -3x_1(t)\cos\left(x_2\right) + 2x_2(t) \end{cases}$

Pour obtenir une représentation locale, on suppose que $x_1(t)$ est bornée avec $x_1(t) \in [-a, a]$.

1- Représenter le système président dans l'espace d'état
2- Déterminer les termes non linéaires $z_i(t)$
3- Calculer $\max\left(z_i(t)\right)$
4- Calculer alors le modèle de Takagi-sugeno (les matrices d'évolution et de commande)
5- En déduire alors les fonctions d'appartenances

Bon courage