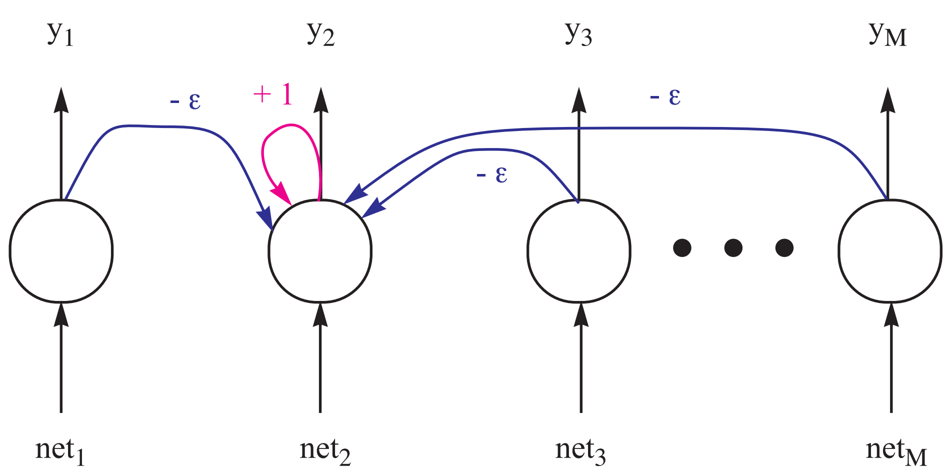
EXERCICES

LES RÉSEAUX DE NEURONES COMPÉTITIFS

1. ***Phase de compétition***
Dans un réseau de compétition, une forme est présentée à l'entrée du réseau et est projetée sur chacun des neurones de la couche de compétition. Une compétition est organisée afin de déterminer le neurone dont le vecteur de poids est le plus près de la forme présentée à l'entrée. Le neurone gagnant peut être déterminé par simple programmation (fonction $Max(net_i)$ ou par interconnexions des neurones de la couche de compétition au moyen de liens inhibitifs et excitateurs.
Des liens d'inhibition connectent chaque neurone avec tous les autres neurones de la couche et un lien d'excitation connecte chaque neurone sur lui-même. La sortie d'un neurone inhibe tous les autres neurones de la couche avec une force proportionnelle à l'amplitude de sortie du neurone : plus l'amplitude de sortie est élevée, plus l'activité des autres neurones de la couche est atténuée. La figure ci-dessous illustre les connexions de compétition pour un des neurones de la couche. Les mêmes types de connexions se répètent pour les autres neurones.

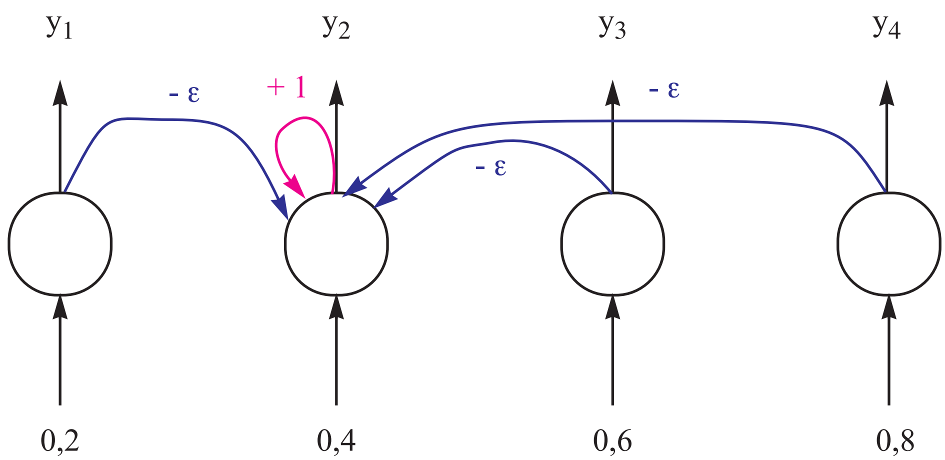


Réseau linéaire de compétition de type "Gagnant emporte tout"
Les connexions d'inhibition et la connexion excitatrice de contre-réaction sont illustrées pour le 2e neurone seulement et se répètent pour chaque autre neurone.

Les valeurs net_m initialisent la phase de compétition (pour t=0 seulement). On a :

$$\varepsilon < \frac{1}{M} \qquad \begin{aligned} y_m &= y_m - \varepsilon \sum_{j \neq m} y_j & y_m > 0 \\ &= 0 & y_m \leq 0 \end{aligned}$$

Soit le réseaux suivant :



Réseau linéaire de compétition de type « Gagnant emporte tout »
Les connexions d'inhibition et la connexion de contre-réaction sont illustrées pour le 2e neurone seulement et se répètent pour chaque autre neurone. $Y_{t=0} = [0{,}2 \;\; 0{,}4 \;\; 0{,}6 \;\; 0{,}8]$.

Trouvez les réponses subséquentes du réseau pour un poid d'inhibition ε=0,2.

Réponse :

t	y_1	y_2	y_3	y_4
0	0,2	0,4	0,6	0,8
1	0	0,08	0,32	0,56
2	0	0	0,192	0,48
3	0	0	0,096	0,442
4	0	0	0,008	0,422
5	0	0	0	0,421

2. Quantification vectorielle LVQ1 de Kohonen (apprentissage supervisé)

Un réseau de quantification vectorielle LVQ1 est composé d'une entrée à deux composantes et d'une couche de compétition de 16 neurones disposés selon un plan de 4 x 4 neurones. Quatre classes sont possibles : c_1, c_2, c_3 et c_4. Les vecteurs de poids (à 2 composantes) de chacun des 16 neurones de la couche de compétition sont indiqués par les coordonnées des neurones dans le tableau ci-dessous, coordonnées qui sont lues dans l'ordre colonne-ligne.

x_2							
1,0							
0,8		c_3	c_4	c_1	c_2		
0,6		c_1	c_2	c_3	c_4		
0,4		c_3	c_4	c_1	c_2		
0,2		c_1	c_2	c_3	c_4		
0,0							
	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	x_1

Par exemple, le neurone avec le vecteur de poids (0,2 0,4) est assigné pour représenter la classe 3, et les neurones assignés pour représenter la classe 1 ont comme valeurs initiales de vecteurs de poids : (0,2 0,2), (0,2 0,6), (0,6 0,8) et (0,6 0,4).

En utilisant le carré de la distance euclidienne (et la géométrie du tableau, afin d'éviter avoir à calculer des distances), déterminez les changements qui surviennent suite aux manipulations suivantes :

a) Présentez le vecteur (0,25 0,25) représentant la classe 1 à l'entrée du réseau. En utilisant un taux d'apprentissage $\eta = 0,5$, montrez quel neurone de classification bouge et dans quelle direction (en calculant son nouveau vecteur de poids).

b) Soumettez le vecteur (0,4 0,35) représentant la classe 1. Que se passe-t-il?

c) Et si le vecteur (0,4 0,45) représentant toujours la classe 1 est soumis en entrée à la place, que se passe-t-il?

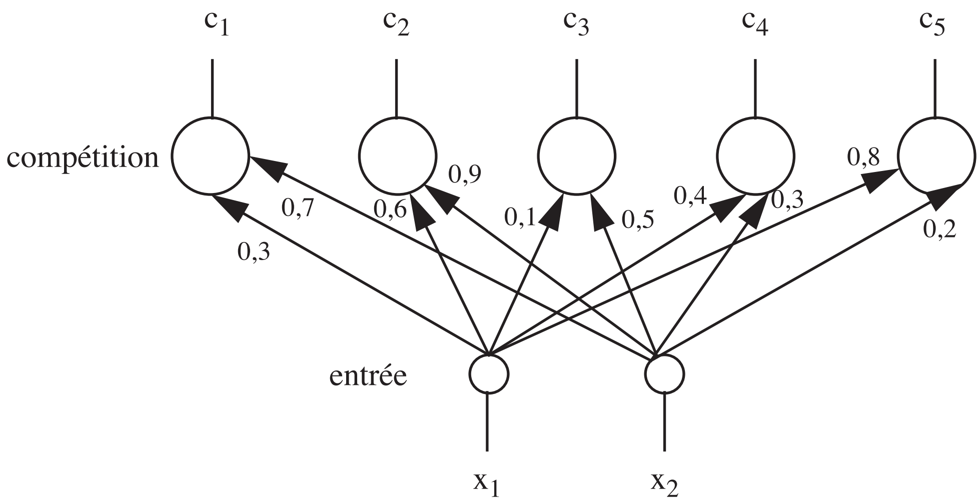
d) La base d'apprentissage est construite à partir des régions suivantes du tableau :

Classe 1	$0 \leq x_1 < 0{,}5$	$0 \leq x_2 < 0{,}5$
Classe 2	$0{,}5 \leq x_1 < 1$	$0 \leq x_2 < 0{,}5$
Classe 3	$0 \leq x_1 < 0{,}5$	$0{,}5 \leq x_2 < 1$
Classe 4	$0{,}5 \leq x_1 < 1$	$0{,}5 \leq x_2 < 1$

D'un point de vue à court terme, lequel des seconds vecteurs soumis - (0,4 0,35) de la partie b) ou (0,4 0,45) de la partie c) - a un meilleur effet en bougeant les neurones de classification vers leur position désirée pour représenter correctement les données d'entrée?

3. ***Carte topologique de Kohonen***

Soit la carte linéaire 1×5 de Kohonen à deux entrées suivante :



La similarité entre la forme $X = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 \end{bmatrix}$ et le vecteur de poids du neurone c_m est mesurée par la distance euclidienne au carré D_m^2. Le neurone gagnant sera donc celui dont la distance euclidienne au carré avec le vecteur d'entrée sera la plus faible.

Les paramètres du réseau sont :

$$X = \begin{bmatrix} 0{,}5 & 0{,}2 \end{bmatrix}$$

$$\eta = 0{,}2$$

$$D_m^2 = (w_{m1} - x_1)^2 + (w_{m2} - x_2)^2$$

a) Déterminez le neurone c_{m^*} dont le vecteur de poids $\boldsymbol{W_{m^*}}$ est le plus près du vecteur d'entrée $X = \begin{bmatrix} 0{,}5 & 0{,}2 \end{bmatrix}$.

b) Calculez le nouveau vecteur de poids $\boldsymbol{W_{m^*}}$ en utilisant une constante d'apprentissage $\eta = 0{,}2$.

c) Si les neurones voisins c_{m^*-1} et c_{m^*+1} peuvent aussi participer à l'apprentissage, trouvez leur nouveau vecteur de poids $\boldsymbol{W_{m^*-1}}$ et $\boldsymbol{W_{m^*+1}}$.