

Examen « apprentissage automatique » -Session 1

5 mai 2017 - Durée 2h - Documents autorisés

Exercice 1 (10 points)

| A | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| y\x | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 4 | - | - | - | - | + | - | - | - | - |
| 3 | - | - | - | + | - | + | - | - | - |
| 2 | - | - | + | + | + | + | + | - | - |
| 1 | - | + | - | - | - | - | - | + | - |
| 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Table 1

Soit A l'ensemble des exemples de la Table 1. A est utilisé pour un apprentissage avec un réseau de neurones. Les exemples ont 2 attributs réels x et y , et une classe d'appartenance valant $+$ ou $-$. Chaque colonne correspond à une valeur de x et chaque ligne à une valeur de y .

1° Quel est le nombre minimal d'erreurs faites par un unique neurone sur A ? Donner l'inéquation caractéristique de ce neurone. **(1 point)**.

2° On dispose d'un réseau de neurones avec une couche cachée composée de N neurones.

Pour $N = 3, 5$ et 7 :

Sur la feuille jointe, on dessinera :

- les N droites caractéristiques des N unités cachées **(1 point)**.

Sur la copie, on donnera :

- le nombre d'erreurs sur A **(0,5 point)**,
- les N inéquations des N demi-plans des N droites caractéristiques **(0,5 point)**.
- le réseau complet avec les poids de toutes les connexions **(1 point)**.

Exercice 2 (10 points)

Soit A l'ensemble total des exemples, et soient B, C, D, E, F les 5 ensembles d'apprentissage de la table 2. Les exemples ont 2 attributs réels x et y , et une classe d'appartenance valant + ou -. Chaque colonne correspond à une valeur de x et chaque ligne à une valeur de y .

| A | | | | | | B | | | | | | C | | | | | |
|------------------|---|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|---|
| $y \backslash x$ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | $y \backslash x$ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | $y \backslash x$ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4 | + | + | + | - | - | 4 | | | | | | 4 | | + | | - | |
| 3 | + | + | - | - | + | 3 | + | | - | | + | 3 | | | | | |
| 2 | + | - | - | - | + | 2 | | | | | | 2 | | - | | - | |
| 1 | - | - | - | + | + | 1 | - | | - | | + | 1 | | | | | |
| 0 | - | - | - | + | + | 0 | | | | | | 0 | | - | | + | |
| D | | | | | | E | | | | | | F | | | | | |
| $y \backslash x$ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | $y \backslash x$ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | $y \backslash x$ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4 | + | | + | | - | 4 | | + | | - | | 4 | + | | + | | - |
| 3 | | | | | | 3 | + | | - | | + | 3 | | + | | - | |
| 2 | + | | - | | + | 2 | | - | | - | | 2 | + | | - | | + |
| 1 | | | | | | 1 | - | | - | | + | 1 | | - | | + | |
| 0 | - | | - | | + | 0 | | - | | + | | 0 | - | | - | | + |

Table 2

Pour chaque ensemble d'apprentissage B, C, D, E, F :

1° Construire un réseau de neurones ayant x et y en entrées, la classe d'appartenance en sortie (1 pour + et 0 pour -) et 2 unités cachées exactement. **(1.5 points)**.

Pour une unité du réseau, on précisera l'inéquation du demi-plan permettant de classifier les exemples + et -.

On précisera les poids de chaque connexion et le biais.

Sur la feuille jointe, on dessinera les droites caractéristiques des unités cachées.

2° Tester le réseau sur l'ensemble total A. **(0.5 point)**.