

Examen

1 Perceptron (8 pts)

On considère un perceptron avec 2 neurones d'entrée, et un neurone de sortie. L'activité des neurones d'entrée est notée ξ_1 pour le neurone 1 et ξ_2 pour le neurone 2. L'activité du neurone de sortie est notée ν . L'activité des neurones peut prendre deux valeurs 0 ou 1, c'est à dire, $\xi_1, \xi_2, \nu = 0$ ou 1. Pour des activités ξ_1, ξ_2 des neurones d'entrée, l'activité du neurone de sortie est donnée par

$$\begin{aligned}\nu &= 1 \quad \text{si : } W_1\xi_1 + W_2\xi_2 - 0.5 > 0 \\ &= 0 \quad \text{si : } W_1\xi_1 + W_2\xi_2 - 0.5 \leq 0\end{aligned}\tag{1}$$

où W_1 et W_2 sont les poids des neurones d'entrée vers le neurone de sortie. On va étudier la capacité du perceptron à apprendre des opérations logique de base.

Question 1 (1 pt). Faites un dessin du perceptron

Question 2 (0.5 pt) On veut apprendre la fonction logique AND (ET en français), qui peut être formalisée par la table suivante

ξ_1	ξ_2	sortie désirée
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Autrement dit, on veut apprendre les associations :

- Association $\mu = 1$: $\{\xi_1^{\mu=1} = 0, \xi_2^{\mu=1} = 0\} \rightarrow \nu^{\mu=1} = 0$
- Association $\mu = 2$: $\{\xi_1^{\mu=2} = 1, \xi_2^{\mu=2} = 0\} \rightarrow \nu^{\mu=2} = 0$
- Association $\mu = 3$: $\{\xi_1^{\mu=3} = 0, \xi_2^{\mu=3} = 1\} \rightarrow \nu^{\mu=3} = 0$
- Association $\mu = 4$: $\{\xi_1^{\mu=4} = 1, \xi_2^{\mu=4} = 1\} \rightarrow \nu^{\mu=4} = 1$

Expliquez pourquoi on parle de fonction AND.

Question 3 (2 pts). Proposez des poids W_1 et W_2 pour que le perceptron ait appris la fonction AND (autrement dit, on veut apprendre les 4 associations ci-dessus). Expliquez comment vous avez trouvé ces poids.

Question 4 (0.5 pt). On veut apprendre la fonction logique AND-OR (ET-OU en français), qui peut être formalisée par la table suivante

ξ_1	ξ_2	sortie désirée
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

Autrement dit, on veut apprendre les associations :

- Association $\mu = 1 : \{\xi_1^{\mu=1} = 0, \xi_2^{\mu=1} = 0\} \rightarrow \nu^{\mu=1} = 0$
- Association $\mu = 2 : \{\xi_1^{\mu=2} = 1, \xi_2^{\mu=2} = 0\} \rightarrow \nu^{\mu=2} = 1$
- Association $\mu = 3 : \{\xi_1^{\mu=3} = 0, \xi_2^{\mu=3} = 1\} \rightarrow \nu^{\mu=3} = 1$
- Association $\mu = 4 : \{\xi_1^{\mu=4} = 1, \xi_2^{\mu=4} = 1\} \rightarrow \nu^{\mu=4} = 1$

Expliquez pourquoi on parle de fonction AND-OR.

Question 5 (2 pts). Proposez des poids W_1 et W_2 pour que le perceptron ait appris la fonction AND/OR (autrement dit, on veut apprendre les 4 associations ci-dessus). Expliquez comment vous avez trouvé ces poids.

Question 6 (2 pts). On veut apprendre la fonction logique XOR, qui peut être formalisée par la table suivante

ξ_1	ξ_2	sortie désirée
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Autrement dit, on veut apprendre les associations :

- Association $\mu = 1 : \{\xi_1^{\mu=1} = 0, \xi_2^{\mu=1} = 0\} \rightarrow \nu^{\mu=1} = 0$
- Association $\mu = 2 : \{\xi_1^{\mu=2} = 1, \xi_2^{\mu=2} = 0\} \rightarrow \nu^{\mu=2} = 1$
- Association $\mu = 3 : \{\xi_1^{\mu=3} = 0, \xi_2^{\mu=3} = 1\} \rightarrow \nu^{\mu=3} = 1$
- Association $\mu = 4 : \{\xi_1^{\mu=4} = 1, \xi_2^{\mu=4} = 1\} \rightarrow \nu^{\mu=4} = 0$

Expliquez pourquoi on ne peut pas avoir un perceptron qui a appris ces quatre associations.

2 Publicité et Cerveau (12 pts)

En 2004, le PDG d'une chaîne de télévision formule à propos des objectifs de son entreprise : "(...) dans une perspective business, soyons réaliste : à la base, le métier de TF1, c'est d'aider Coca-Cola, par exemple, à vendre son produit (...) Ce que nous vendons à Coca-Cola, c'est du temps de cerveau humain disponible."

Dans cet exercice on va étudier un modèle simple de réseau de neurone qui permet d'illustrer par quels mécanismes la publicité peut influencer l'acte d'achat. Dans notre modélisation, on s'intéressera à deux produits concurrents A et B.

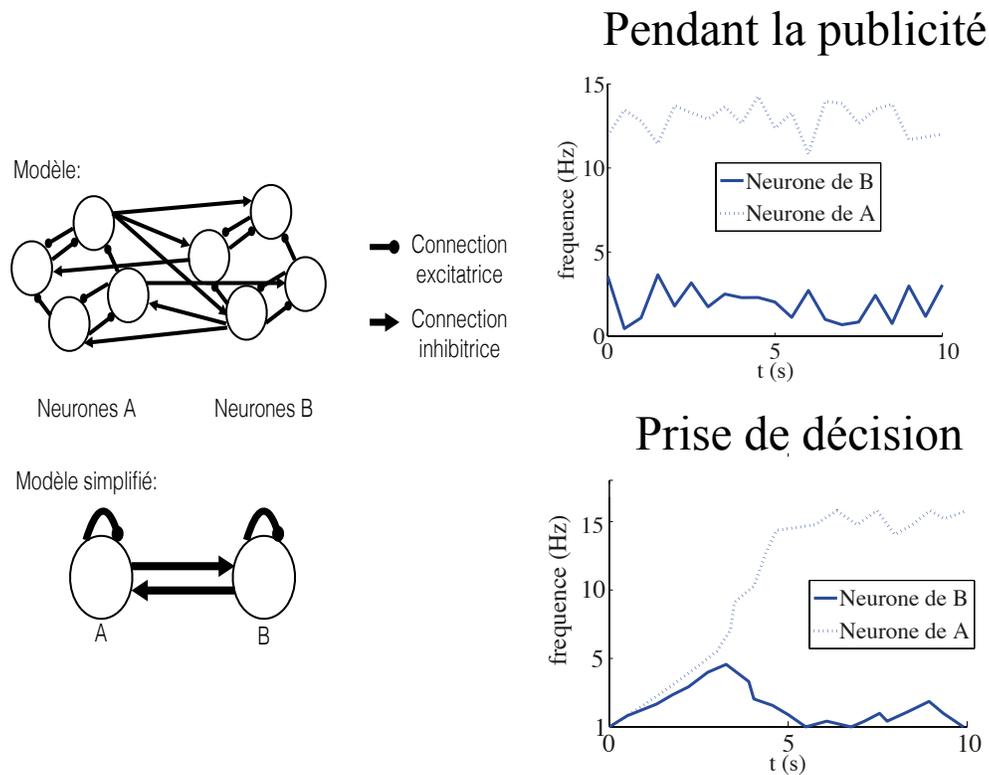


FIGURE 1 –

2.1 Réseau de prise de décision

Pour décrire comment un consommateur prend une décision d'achat entre le produit A et le produit B, on propose le modèle représenté en figure 1 (à gauche).

Question 7 (1 pt). Pour une synapse excitatrice, quel est l'effet d'une forte activité du neurone pré-synaptique sur le neurone post-synaptique? Pour une synapse inhibitrice, quel est l'effet d'une forte activité du neurone pré-synaptique sur le neurone post-synaptique?

Question 8 (1.5 pts). En terme de connections synaptiques, quelle caractéristique de ce modèle est irréaliste du point de vue biologique?

Lorsque le consommateur décide d'acheter le produit A, les fréquences de décharge des neurones A sont maintenues à des valeurs élevées, alors que celles des neurones B sont faibles. L'inverse lorsque le consommateur décide d'acheter le produit B.

2.2 Pendant la publicité

Lorsque le consommateur visionne une publicité pour le produit A, les stimuli perçus provoquent les fréquences de décharge des neurones A et B représentées en figure 1 (Pendant la publicité).

Question 9 (2 pts). D'après la règle de Hebb, quel va être l'effet de la publicité sur les connexions entre les neurones de A ?

Question 10 (2 pts). Dessinez une synapse entre deux neurones de A, avant et après la publicité. On fera apparaître des canaux ioniques et des vésicules contenant des neuro-transmetteurs.

Question 11 (2 pts). Dessinez un exemple possible de potentiel de membrane d'un des neurone de A en fonction du temps (on dessinera pour une durée de 1 seconde).

2.3 En magasin

Le consommateur se trouve dans un magasin, où il a le choix entre le produit A et le produit B. A la vue des deux produits, on observe les activités neuronales représentées en figure 1 (Prise de décision).

Question 12 (0.5 pt). A quel choix, l'achat de A ou B, ces activités neuronales correspondent-elles ?

Question 13 (3 pts). D'après vos réponses aux questions précédentes (l'effet de la publicité sur les connexions du réseau), et d'après la structure du modèle de neurone (figure 1), expliquez pourquoi on observe une telle activité neuronale ? On expliquera en particulier par quels mécanismes une des deux populations de neurone "gagne" sur l'autre ?