

PROJET VHDL SIMULATION

On se propose d'étudier les réseaux neuronaux artificiels et d'envisager différentes architectures.

Les réseaux neuronaux se sont fortement développés depuis une vingtaine d'années dans des domaines tels que la classification, l'intelligence artificielle. Basée sur un formalisme de calculs parallèles, la réalisation de circuits dédiés permet de réduire fortement les temps d'exécution.

Introduction

L'unité cellulaire de base du système neurophysiologique est le neurone. Le cerveau en contient environ mille milliards.

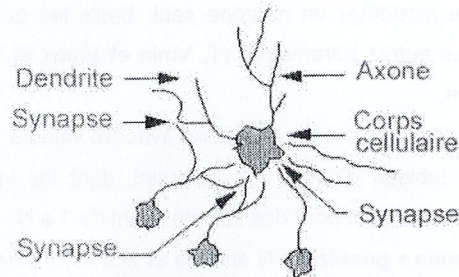


Figure 1 : Neurone biologique

Le neurone est constitué d'un corps cellulaire et d'un noyau. Il se ramifie de dendrites par où s'achemine l'information vers le neurone. Une fois l'information traitée par le neurone elle est envoyée sur l'axone. La jonction entre deux neurones s'appelle synapse.

Les informations parvenant au neurone peuvent venir d'autres neurones ou de capteurs sensoriels tels que le touché, la vue, l'odorat...etc.. ou d'autres capteurs internes à l'organisme.

Les informations sont de type électrique. Un neurone reçoit une information électrique de plusieurs sources, la transforme, et la transmet vers d'autres neurones.

Neurone Artificiel

Chaque neurone artificiel est un processeur élémentaire. Il reçoit un nombre variable d'entrées en provenance de neurones en amont ou des capteurs composant la machine dont il fait parti. A chacune de ces entrées (synapse) est associé un poids représentatif de la force de la connexion. Chaque processeur élémentaire est doté d'une sortie unique, qui se ramifie ensuite pour alimenter un nombre variable de neurones en aval. A chaque connexion est associé un poids. Tout d'abord le neurone additionne les entrées avec leurs poids respectifs, puis une fonction de transfert calcule la valeur de l'état du neurone. Il existe de nombreuses formes possibles pour la fonction de transfert. Nous utiliserons ici une fonction de seuillage simple.

Les deux opérations peuvent donc être formulées simplement :

$$Y = \sum_{i=0}^{N-1} W_i \times X_i$$

$$Z = V_{\max} \text{ si } Y > T, V_{\min} \text{ autrement, avec } V_{\max}, V_{\min}, T \text{ des constantes}$$

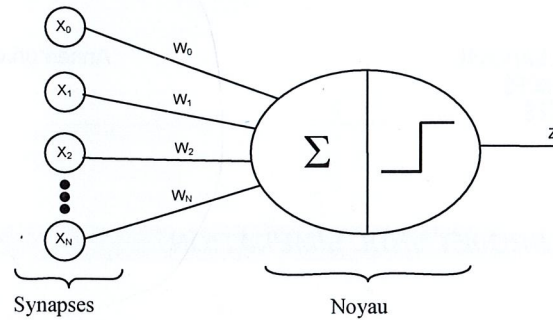


Figure 2 : Neurone artificiel

La phase d'apprentissage du réseau permet de déterminer les poids W_i . Nous ne nous intéresserons ici qu'à la phase d'utilisation proprement dite, c'est à dire lorsque ces poids sont connus et considérés comme des constantes en tableau.

Question 1

Il s'agit dans un premier temps de modéliser un neurone seul. Seuls les poids W_i seront considérés comme constante générique de l'entité. Les autres paramètres (T , V_{min} et V_{max} et N) sont à considérer comme des constantes globales pour le système.

- Dans un package, déclarer les différentes constantes avec les valeurs : $T=10$, $V_{MAX}=5$, $V_{MIN}=2$, $N=4$.
- Déclarer ensuite un type tableau d'entier non contraint, dont les indexes sont de type « positive ». Déclarer un sous-type correspondant pour des indices allant de 1 à N .
- Déclarer une entité « Neurone » possédant N entrées et une sortie, avec W_i comme paramètres (Valeur par défaut à 1).
- Décrire l'architecture du neurone.

Question 2

Donner une solution pour une entité de test permettant de créer deux neurones à poids différents, et de les alimenter par une série de valeurs.

Question 3

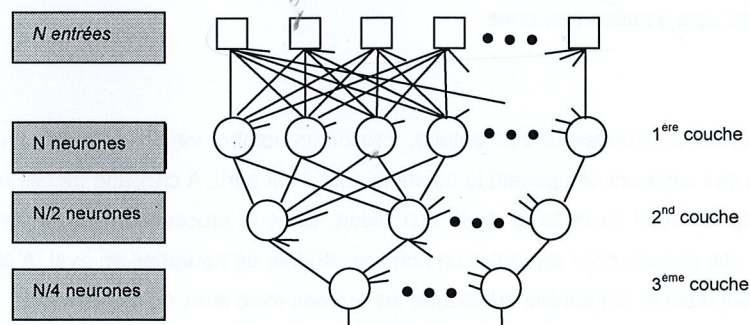


Figure 3 : Réseau neuronal en couches

L'agencement en réseau des neurones peut prendre différentes formes. Une des plus classiques est "l'organisation en couche". Chaque neurone voit toutes les sorties de la couche précédente. Le nombre d'entrée (N) fixe donc également le nombre de neurones sur la première couche.

Pour les neurones des couches inférieures, le nombre de données réellement produites par la couche supérieure est ainsi inférieur à N . Les entrées manquantes doivent alors être considérées à 0.

En instanciant le neurone de base défini précédemment, donner la description d'un réseau de neurones avec le nombre de couches comme paramètre générique.