

Mémoire de fin d'études
Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'État en Informatique
Option : Systèmes Informatiques

Création d'un corpus de l'aphasie de Broca et
développement d'un système Speech-to-speech de
réhabilitation de la parole

Réalisé par :
BELGOUMRI Mohammed
Djameleddine
im_belgoumri@esi.dz

Encadré par :
Pr. SMAILI Kamel
smaili@loria.fr
Dr. LANGLOIS David
david.langlois@loria.fr
Dr. ZAKARIA Chahnez
c_zakaria@esi.dz

Table des matières

Page de garde	1
Table des matières	1
Table des figures	2
Sigles et abréviations	3
1 Apprentissage séquence à séquence	4
1.1 Énoncé du problème	4
1.2 Réseaux de neurones feed-forward	5
1.3 Réseaux de neurones récurrents (RNN)	5
Bibliographie	5

Table des figures

1.1	Un réseau de neurones feed-forward de profondeur 3.	5
-----	---	---

Sigles et abréviations

FFN (réseau de neurones feed-forward) de l'anglais : feed-forward network

RNN recurrent neural network

Chapitre 1

Apprentissage séquence à séquence

Les modèles “séquence à séquence” sont une famille d’algorithmes de machine learning (ML) dont l’entrée et la sortie sont des séquences. Plusieurs tâches de machine learning, notamment en traitement automatique du langage (NLP), peuvent être formulées comme tâches d’apprentissage séquence à séquence. Parmi ces tâches, nous citons : la création de chatbots, la réponse aux questions, la reconnaissance automatique de la parole et la traduction automatique.

Dans ce chapitre, nous commençons par formuler le problème de modélisation de séquences. En suite, nous présentons les architectures neuronales les plus utilisées pour cette tâche. En fin, nous terminons avec une étude comparative de celles-ci.

1.1 Énoncé du problème

Formellement, le problème de modélisation séquence à séquence est celui de calculer une fonction partielle $f : X^* \rightarrow Y^*$, où :

- X est un ensemble dit d’entrées.
- Y est un ensemble dit de sorties.
- Pour un ensemble A , $A^* = \bigcup_{n \in \mathbb{N}} A^n$ est l’ensemble de suites de longueur finie d’éléments de A .

f prend donc un $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in X^n$ et renvoie un $y = (y_1, y_2, \dots, y_m) \in Y^m$. Dans le cas général, $n \neq m$ et aucune hypothèse d’alignement n’est supposée. Il est souvent de prendre $X = \mathbb{R}^{d_e}$ et $Y = \mathbb{R}^{d_s}$ avec $d_e, d_s \in \mathbb{N}$. Dans ce cas, $x \in \mathbb{R}^{d_e n}$ et $y \in \mathbb{R}^{d_s m}$. Les indices peuvent représenter une succession temporelle ou un ordre plus abstrait (comme celui des mots dans une phrase).

La majorité des outils mathématiques historiquement utilisées pour ce problème viennent de la théorie du traitement de signal numérique. Cependant, l’approche actuellement dominante et celle qui a fait preuve de plus de succès, est de les combiner avec les réseaux de neurones.

1.2 Réseaux de neurones feed-forward

Les réseaux de neurones profonds sont parmi les modèles les plus expressifs en ML. Leur succès pratique est incomparable aux modèles qui les ont précédés, que se soit en termes de qualité des résultats ou de variétés de domaines d'application. De plus, grâce aux théorèmes dits d'approximation universelle, ce succès empirique est formellement assuré.

Dans cette section, nous introduisons les FFN (réseaux de neurones feed-forward).

Le réseau de neurones défini par l'équation 1.1 est souvent représenté par un graphe orienté acyclique (voire Figure 1.1).

Définition 1 (FFN).

Soient $k, w_0, w_1, \dots, w_{k+1} \in \mathbb{N}$, un réseau de neurones feed-forward de profondeur $k + 1$, à w_0 entrées et w_{k+1} sorties, est défini par une fonction :

$$\begin{cases} \mathbb{R}^{w_0} \rightarrow \mathbb{R}^{w_{k+1}} \\ x \mapsto A_{k+1} \circ \varphi_{k+1} \circ A_k \circ \varphi_k \circ \dots \circ A_1 \circ \varphi_1(x) \end{cases} \quad (1.1)$$

Où les A_i sont des fonctions affines $\mathbb{R}^{w_{i-1}} \rightarrow \mathbb{R}^{w_i}$ et les φ sont des fonctions non-affines $\mathbb{R}^{w_i} \rightarrow \mathbb{R}^{w_i}$ dites *d'activations*. La fonction $A_i \circ \varphi_i$ est appelée la i^e couche du réseau.

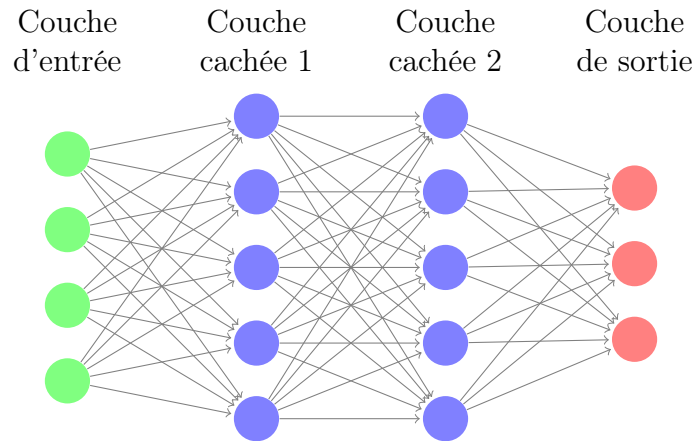


FIGURE 1.1 – Un réseau de neurones feed-forward de profondeur 3.

1.3 Réseaux de neurones récurrents (RNN)

Le RNN (Recurrent neural network) est une architecture de réseau de neurone conçue pour la modélisation des séquences. Elle se base sur l'idée de boucle de rétroaction pour capturer les dépendances temporelles.