

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
1 Apprentissage séquence à séquence	4
1.1 Énoncé du problème	4
1.2 Feed-forward networks	5
1.3 Réseaux de neurones récurrents (RNN)	5
Bibliographie	5

Table des figures

1.1	Un réseau de neurone FFN de profondeur 3.	5
-----	---	---

Abréviations

FFN feed-forward network.

ML machine learning.

MT traduction automatique.

NLP traitement automatique du langage.

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, $x \in \mathbb{R}^{d_e \times n}$ et $y \in \mathbb{R}^{d_s \times m}$. 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 Feed-forward networks

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.

Les FFN sont l'architecture neuronale la plus simple et la plus utilisée. Mathématiquement, un réseau de neurones feed-forward de profondeur ℓ peut être vu comme une fonction f telle que :

$$f = h_1 \circ \varphi_1 \circ h_2 \circ \varphi_2 \circ \dots \circ h_\ell \circ \varphi_\ell \quad (1.1)$$

où les h_i sont des applications affines et les φ_i sont des applications non linéaires.

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

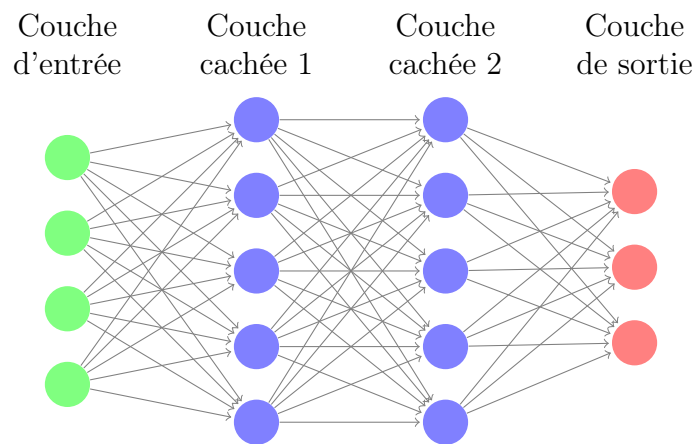


FIGURE 1.1 – Un réseau de neurone FFN de profondeur 3.

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.