

NATURAL LANGUAGE PROCESSING (NLP)

IA FRAMEWORKS

Brendan Guillouet

December 17th, 2018

Institut National des Sciences Appliquées

Introduction

Nettoyage des données

Vectorisation et Word Embedding

Apprentissage

Réseau de neurones récurrents

INTRODUCTION

Multiple domaines de recherche et une très grande variété d'applications :

- Recherche d'information.
 - *Moteur de recherche (Google, Yahoo).*
- Reconnaissance de pattern.
 - *Extraction d'information. Scrawling de page.*
- Analyse de sentiments.
 - *Marketing. Commentaires de sites..*
- Génération automatique de textes.
 - *ChatBot, Article de journaux.*
- Traduction automatique.
 - *Google Translate, DeepL.*
- Désambiguïsation.
 - *Sécurité.*

EXEMPLE : LA CATÉGORISATION DE PRODUITS

OBJECTIF :

Automatiser la catégorisation des produits dans l'arborescence du site. (*Concours Datascience.net*
<https://www.datascience.net/fr/challenge/20/details>)

DIFFICULTÉS :

- Données : **textuelles**.
 - *Algorithmes d'apprentissage non adaptés.*
- Gérer des gros volumes de données (**Big Data**) :
 - *dizaines de millions de produits.*
- Données **réelles** :
 - *étape de nettoyage importante.*

Données issues du concours proposé par **Cdiscount** et disponible sur **Datascience**.

Fichier d'apprentissage de 15.786.885 produits.

- 47 Catégories de niveau 1.
- 536 Catégories de niveau 2.
- 5789 Catégories de niveau 3.

Champ	Type de données	Description
Identifiant produit	String	Identifiant unique du produit
Catégorie 1	String	Catégorie de niveau 1
Catégorie 2	String	Catégorie de niveau 2
Catégorie 3	String	Catégorie de niveau 3
Description	String	Description produit
Libelle	String	Description courte
Marque	String	Marque du produit

TABLE 1 – Données Cdiscount.

EXEMPLES DE DONNÉES

	↕ Description	↕ Marque	↕
Categorie1	▼	↕	↕
VIN - ALCOOL - LIQUIDES	Eau minérale gazeuse - Composition moyenne en ...		ROZANA
VETEMENTS - LINGERIE	AUDIGIER Sweats homme sweat à capuche panther ...		AUCUNE
TV - VIDEO - SON	Enceinte portable bluetooth fonction main libr...		MUSE
TENUE PROFESSIONNELLE	Pantalon G-Rok Carbone/Orange Taille L Molinel...		MOLINEL
TELEPHONIE - GPS	Coque souple Noire pour GOOGLE NEXUS 4 motif D...		MUZZANO
TATOUAGE - PIERCING	plug ecarteur coloris rasta - plug carteurcol...		AUCUNE
SPORT (NEW)	Brassière HEATGEAR "ENDURE D" UNDER ARMOUR - M...		AUCUNE
SONO - DJ	La classique OM PRO. Avec un équipement mobile r...		AUCUNE
PUERICULTURE	Coffret de naissance - COFFRET DE NAISSANCE p...		AMADEUS
PRODUITS FRAIS	Yaourt brassé nature - VELOUTE - Yaourt brassé...		VELOUTE
POINT DE VENTE - COMMERCE - ADMINISTRATION	Vikuiti MySafeDisplay Film de protection écran...		VIKUITI
PHOTO - OPTIQUE	Batterie pour JVC GR-D275 series - Batterie po...	ABOUT BATTERIES	
PARAPHARMACIE	Originaire d'Europe et connue depuis des milli...		AUCUNE
MEUBLE	Caisson mobile 2 tiroirs mobilier Optima - Cai...		AUCUNE
MERCERIE	couleur : linde - 25m de ruban taffetas uni en...		AUCUNE
MATERIEL MEDICAL	10 cartons Draps Examen Ouate Super ECO/12 Bla...	MATERIELMEDICAL.FR	
MATERIEL DE BUREAU	CARTOTHÈQUE - Mini globe 10 cm non lumineuxDia...	CARTOTHÈQUE	

- **Bruits** liés aux fautes d'orthographe, aux accords, à la conjugaison.
- Nombreux termes **non significatifs**.
- Termes significatifs/Décision liés **au contexte**.
- **Transcription** aux outils machine learning.
- Décision liée **au contexte**.
- Traitement **différent** d'une langue à l'autre.

⇒ Étape de pré-traitement des données très importante.

NETTOYAGE DES DONNÉES

PROBLÈME : Des termes peuvent-être écrits de **différentes façons** (accents, conjugaison, genre, pluriels..) et néanmoins avoir le **même sens**.

SOLUTION : Remplacer les mot par leur **racine**.

EXEMPLE :

- épée, épee, epée = epe
- vert, verts, verte, vertes = vert
- mange, manger, mangez, mangent = mang

De nombreux algorithmes différents propre aux langues étudiées
Algorithme utilisé : *Snowball (Porter)*

LES "STOPWORD"

PROBLÈME :

Des termes très usuels, donc non différenciateurs, peuvent perturber l'apprentissage.

SOLUTION :

Lors de l'étape de preprocessing, les mots les plus communs sont supprimés à partir d'une liste de **Stopword** :

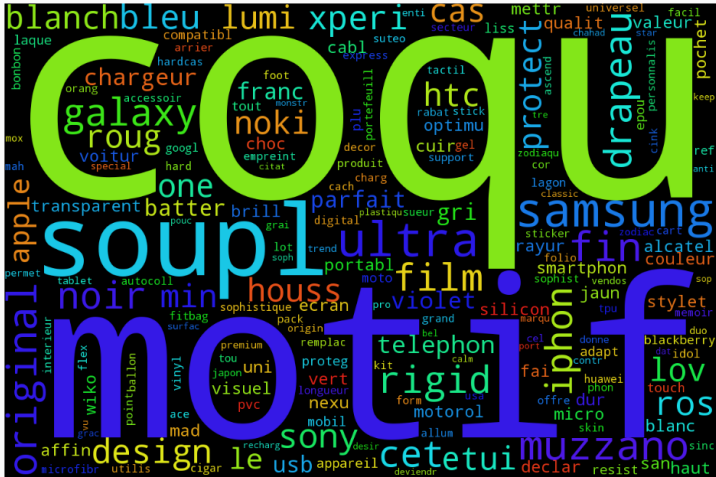
(["a", "afin", "ai", "ainsi", "après", "attendu", "au", "aujourd", "auquel", "aussi", "autre", "autres", "aux", "auxquelles", "auxquels", "avait", "avant", "avec", "avoir", "c", "car", "ce", "ceci", "cela", "celle", "celles", "celui", "cependant", "certain", "certaine", "certaines", "certains", "ces", "cet", "cette", "ceux", "chez", "ci",])

⇒ Également propre à la langue !

La plupart de ces étapes varient en fonction des données et de l'objectif à réaliser.

- Suppression de la ponctuation.
- Incrémenter les stopwords avec de la connaissance métier.
- Suppression des caractéristiques numériques (sauf pour les marques) \Rightarrow Importance de la connaissance métier!
- Suppression de code HTML (*BeautifulSoup*).

ILLUSTRATION - CATÉGORIE "TÉLÉPHONIE - GPS"



Ajout de stowpords liés au contexte.

- **NLTK** (*Python, Spark*) : Traitement du langage (racinisation, stopwords, ...).
- **Lucène** (*Java*) : Librairie d'indexation et de recherche de texte.
- **BeautifulSoup** : Suppression des balises HTML.
- **Regex** : Langage de recherche de texte.

On définit une fonction de nettoyage :

```
def clean_txt(txt):  
    ### remove html stuff  
    txt = BeautifulSoup(txt, "html.parser", from_encoding='utf-8').get_text()  
    ### lower case  
    txt = txt.lower()  
    ### special escaping character '...'  
    txt = txt.replace(u'\u2026', '.')  
    txt = txt.replace(u'\u00a0', ' ')  
    ### remove accent btw  
    txt = unicodedata.normalize('NFD', txt).encode('ascii', 'ignore').decode("utf-8")  
    ### remove non alphanumeric char  
    txt = re.sub('[^a-z_]', ' ', txt)  
    ### remove french stop words  
    tokens = [w for w in txt.split() if (len(w)>2) and (w not in stopwords)]  
    ### french stemming  
    tokens = [stemmer.stem(token) for token in tokens]  
    ### tokens = stemmer.stemWords(tokens)  
    return ' '.join(tokens)
```

que l'on va ensuite appliquer sur chaque description de texte.

Spark possède des TRANSFORMER qui permettent d'appliquer ces transformations.

```
STOPWORDS = set(nltk.corpus.stopwords.words('french'))
# Tokenizer
regexTokenizer = RegexTokenizer(inputCol="description", outputCol="tokenizedDescr",
                                pattern="^[a-z_]", minTokenLength=3, gaps=True)
dataTokenized = regexTokenizer.transform(dataEchDF)

# StopWordsRemover q
remover = StopWordsRemover(inputCol="tokenizedDescr",
                            outputCol="tokenizedRemovedDescr",
                            stopWords = list(STOPWORDS))
dataTokenizedRemoved = remover.transform(dataTokenized)

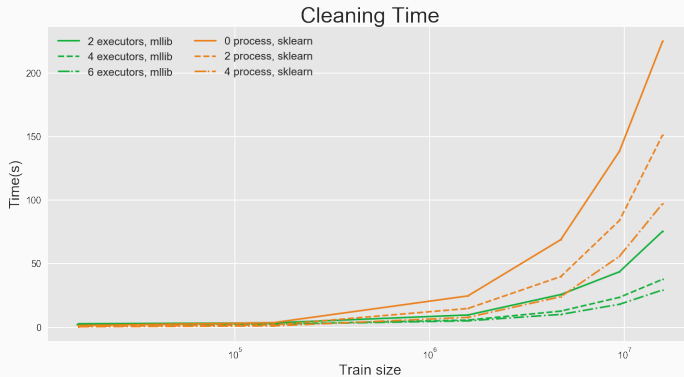
# Stemmer
STEMMER = nltk.stem.SnowballStemmer('french')

def clean_text(tokens):
    tokens_stem = [ STEMMER.stem(token) for token in tokens]
    return tokens_stem
udfCleanText = udf(lambda lt : clean_text(lt), ArrayType(StringType()))
dataClean = dataTokenizedRemoved.withColumn("cleanDescr",
udfCleanText(col('tokenizedRemovedDescr')))
```

- RegexTokenizer = Regex + Tokenizer.

Bas de TRANSFORMER de stemming

TP - RÉSULTAT - TEMPS NETTOYAGE



VECTORISATION ET WORD EMBEDDING

- Transformer la liste de mots sous un format **interprétable** par les différents algorithmes d'apprentissage.
- Gérer le très **grand nombre** de features.
 - Exemple sur 21.543 lignes de la catégorie "TÉLÉPHONIE-GPS"
 - 24.486 mots uniques -> 8.384 après nettoyage.
- Choisir des poids **significatifs**.

⇒ 2 types de solutions :

- Basées sur la fréquence (*Vectorizer*)
- Basées sur l'apprentissage (*Word Embedding*)

VECTORISATION ET WORD EMBEDDING

VECTORISATION

"la langue française a des règles de grammaire et de conjugaison compliquées"

ONE-HOT-ENCODER

"la langue française a des règles de grammaire et de conjugaison compliquées"

a
conjugaison
compliquées
de
des
et
française
grammaire
la
langue
règles

$V = 11$, Taille du dictionnaire

ONE-HOT-ENCODER



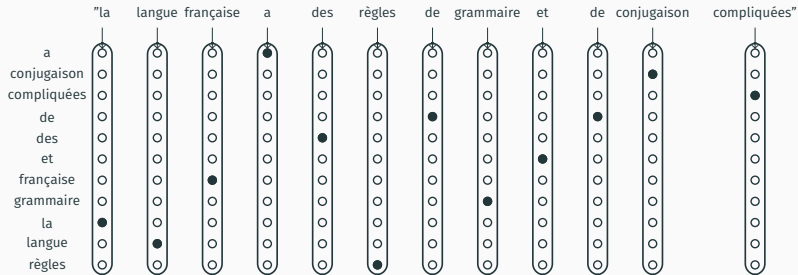
$V = 11$, Taille du dictionnaire

ONE-HOT-ENCODER



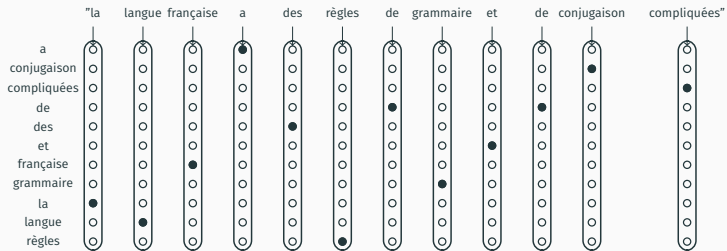
$V = 11$, Taille du dictionnaire

ONE-HOT-ENCODER



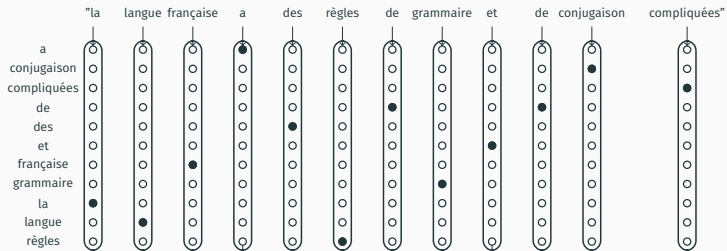
$V = 11$, Taille du dictionnaire

COUNT & BINARY VECTORIZER



$V = 11$, Taille du dictionnaire

COUNT & BINARY VECTORIZER



$V = 11$, Taille du dictionnaire

Count Vectorizer



Binary Vectorizer



Assigner un **score d'importance** d'un mot, ou d'une association de mots, dans un document **relativement à un ensemble de document**.

- t : mot ou association de mot.
- d : un document.
- D : un ensemble de document.

Definition (Formule Générale TF-IDF)

$$tfidf(t, d) = tf(t, d) \times idf(t, D)$$

- $tf(t, d)$: *Term-Frequency* Nombre d'occurrence du terme t dans le document d .
- $idf(t, D)$: *Inverse-Document-Frequency* Mesure l'importance du terme t dans l'ensemble des documents D .

Le terme $tf(t, d)$ est généralement défini comme le nombre d'occurrences du terme t dans le document d :

$$tf(t, d) = f_{t,d}$$

Cette définition est celle utilisée dans les librairies *scikit-learn* de *Python* et *Mllib* de *Spark*.

Cependant des variations peuvent exister :

binaire	0, 1
normalisation logarithmique	$1 + \log(f_{t,d})$
normalisation « 0.5 » par le max	$0.5 + 0.5 \times \frac{f_{t,d}}{\max_{t' \in d} f_{t',d}}$
normalisation par le max	$K + (1 - K) \times \frac{f_{t,d}}{\max_{t' \in d} f_{t',d}}$

TABLE 2 – Variante du TF (source wikipedia)

FORMULE DE L'IDF

La formule du terme *IDF* varie également d'une implémentation à l'autre.

$\log(\frac{N_D}{DF(t,D)})$	
$\log(\frac{N_D+1}{DF(t,D)+1})$	<i>MLib (Spark)</i>
$\log(\frac{N_D+1}{DF(t,D)+1}) + 1$	<i>scikit-learn (Python)</i>

TABLE 3 – Variante de l'IDF

- N_D : Nombre de documents.
- $DF(t, D)$: Nombre de documents dans lequel le terme t apparaît.

PROBLÈME DE DIMENSION

Binary Vectorizer



Binary Vectorizer



- Vecteur très creux
- Explosion rapide de la dimension
- Préparation au préalable du dictionnaires. (2 lectures du jeu de données).

Vectoriser les descriptions tout en **réduisant** l'espace de stockage.

$$X \Rightarrow \phi$$

Vecteur de taille V du dictionnaire et inconnu à l'avance.

Vecteurs de tailles fixes.
Taille fixé à l'avance : **n_hash**.

- Une seule passe sur les données pour construire le vecteur (Fonction déterministe).
- Produit vectoriel non biaisé : $\mathbb{E}[\langle \varphi(x), \varphi(x') \rangle] = \langle x, x' \rangle$.

Definition (Fonction de hashage - 1)

$$h: \mathbb{N} \rightarrow \{1, \dots, n_hash\}$$
$$i \mapsto j = h(i).$$

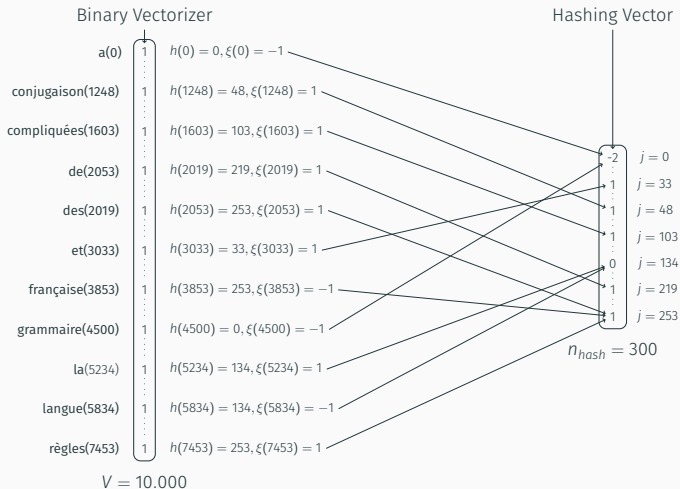
Definition (Fonction de hashage - 2)

$$\xi: \mathbb{N} \rightarrow \{1, -1\}$$
$$i \mapsto j = \xi(i).$$

Definition (Hashed Feature Map)

$$\phi_j^{\xi, h}(x) = \sum_{i \text{ s.t. } h(i)=j} \xi(i)x_i$$

HASHAGE [WEINBERGER ET AL., 2009]



- Les fonctions de **Hashage** puis de **TF-IDF** sont appliquées sur le jeu de données d'apprentissage.
- La même fonction de **Hashage** est utilisée sur le jeu de données test.
- Les termes de **TF** entre un mot t et un document d sont recalculés pour le jeu de données test
- Les termes d'**IDF** calculés lors de l'apprentissage sont réutilisés.

PROBLÉMATIQUE :

Certains mots n'ont pas le même sens en fonction du contexte.

- *Short de bain* \neq *Short* \neq *bain*

SOLUTION :

On ne considère pas que les mots uniques (*unigram*) mais les couples de mots (*bigram*), ou toutes associations de n mots (n -gram).

- Résout les ambiguïté du langage.
- Explosion de la taille des vecteurs
 - Exemple sur 21.543 lignes de la catégorie "TELEPHONIE-GPS"
 - 8.384 *unigram*, 50.012 *bigram*, 90.854 *trigram*...

VECTORISATION ET WORD EMBEDDING

WORD EMBEDDING

MOTIVATIONS

PROBLÈME de la représentation précédente :

Pas de relation entre les mots.

REPRÉSENTATION SOUHAITÉE :

	Man	Woman	King	Queen	Apple	Orange
Gender	-1	1	-0.95	0.97	0.00	0.01
Royal	0.01	0.02	0.93	0.95	-0.01	0.00
Age	0.03	0.02	0.7	0.69	0.03	-0.02
Food	0.04	0.01	0.02	0.01	0.95	0.97

⇒ Comment construire cette représentation ?

Youtube : Recurrent Neural Networks (RNNs) by Andrew NG [Full Course] Playlist

"la langue française a des règles de grammaire compliquées", $Window = 1$

context target context

WORD2VEC - MIKOLOV ET AL. [2013A]

"la langue française a des règles de grammaire compliquées", $\text{Window} = 1$

context target context

Input
One Hot Encoding
Vector Representation



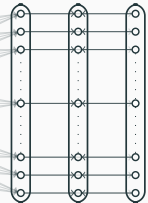
$X_{1 \times V}^T$

Hidden Layer
No activation



$H_{1 \times N}^T$

Output
Softmax
Activation Error



$O_{1 \times V}^T$

$E_{1 \times V}^T$

$Y_{1 \times V}^T$

True vector
One Hot Encoding
Vector Representation

WORD2VEC - MIKOLOV ET AL. [2013A]

"la langue française a des règles de grammaire compliquées", $Window = 1$

context target context

Input
One Hot Encoding
Vector Representation

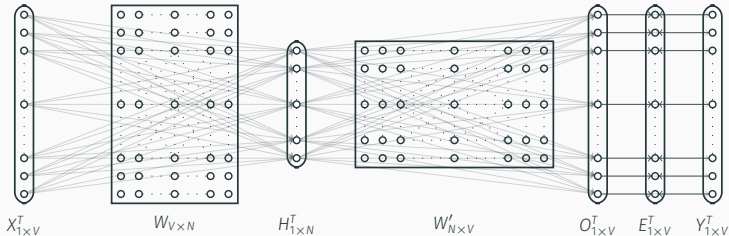
Weight
Matrix

Hidden
Layer
No activation

Weight Matrix

Output
Softmax
Activation Error

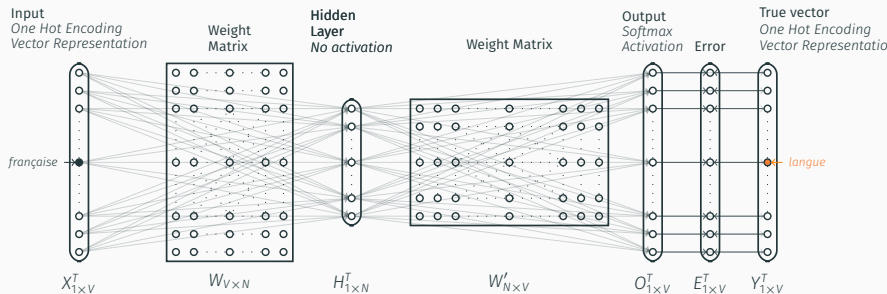
True vector
One Hot Encoding
Vector Representation



WORD2VEC - MIKOLOV ET AL. [2013A]

"la langue française a des règles de grammaire compliquées", $\text{Window} = 1$

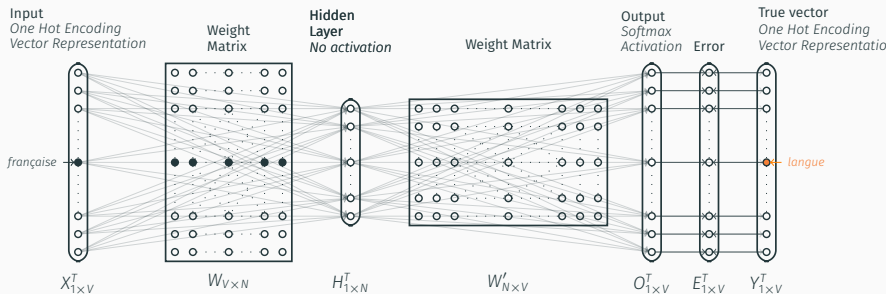
context target context



WORD2VEC - MIKOLOV ET AL. [2013A]

"la langue française a des règles de grammaire compliquées", $\text{Window} = 1$

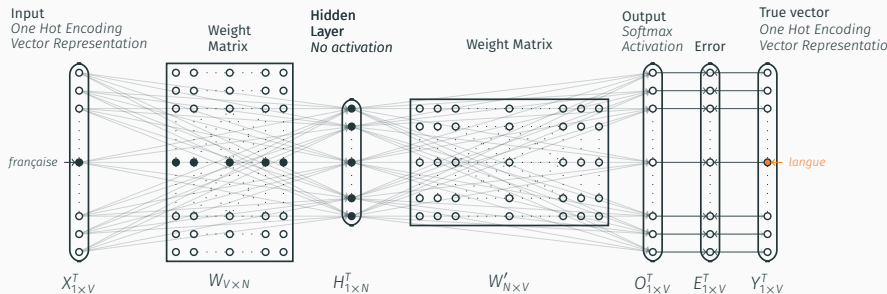
context target context



WORD2VEC - MIKOLov ET AL. [2013A]

"la langue française a des règles de grammaire compliquées", $\text{Window} = 1$

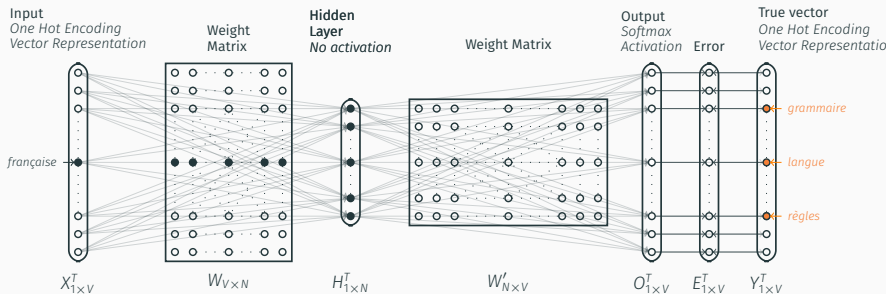
context target context



WORD2VEC - MIKOLOV ET AL. [2013A]

"la langue française a des règles de grammaire compliquées", $Window = 5$

context target context



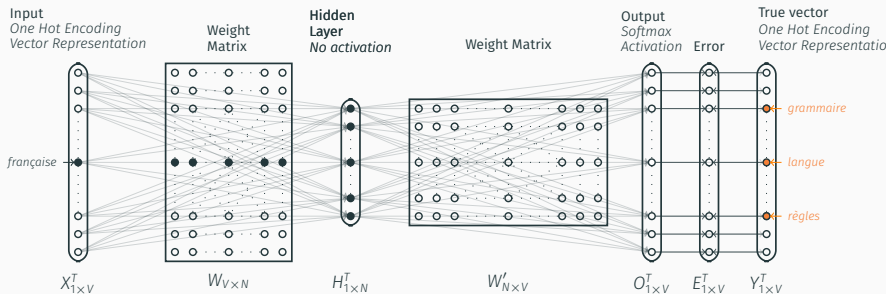
WORD2VEC - MIKOLOV ET AL. [2013A]

"la langue française a des règles de grammaire compliquées", Window = 5

context target context

"la langue allemande a des règles de grammaire compliquées", Window = 5

context target context



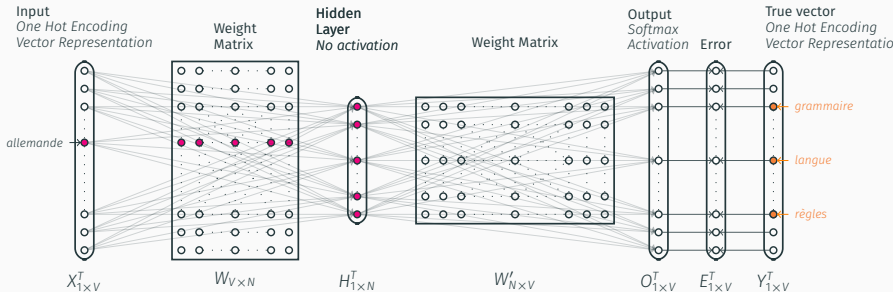
WORD2VEC - MIKOLOV ET AL. [2013A]

"la langue française a des règles de grammaire compliquées", Window = 5

context target context

"la langue allemande a des règles de grammaire compliquées", Window = 5

context target context



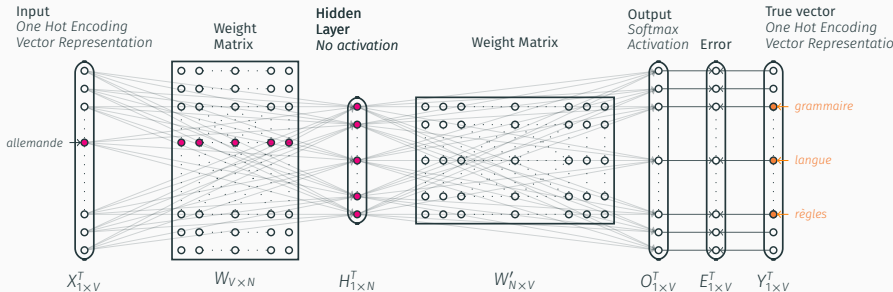
WORD2VEC - MIKOLOV ET AL. [2013A]

"la langue française a des règles de grammaire compliquées", Window = 5

context target context

"la langue allemande a des règles de grammaire compliquées", Window = 5

context target context



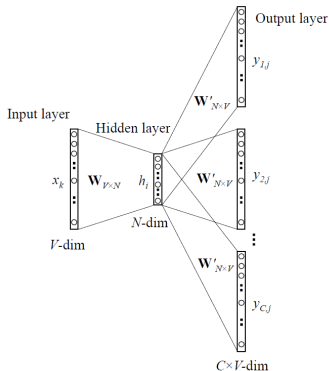
- Pas de fonction d'activation (ou activation linéaire) sur la couche cachée.
- La fonction de *loss* est la log-vraisemblance d'un mot sachant son contexte : $E = -\log(p(Y_j/X_i))$ avec :

$$p(Y_j/X_i) = \frac{\exp(W_{i,:} \cdot W'_{:,j})}{\sum_{k=1}^V \exp(W_{k,:} \cdot W'_{:,j})}$$

- 2 Versions
 - Continuous Bag of Word (CBOW)
 - Skip-gram

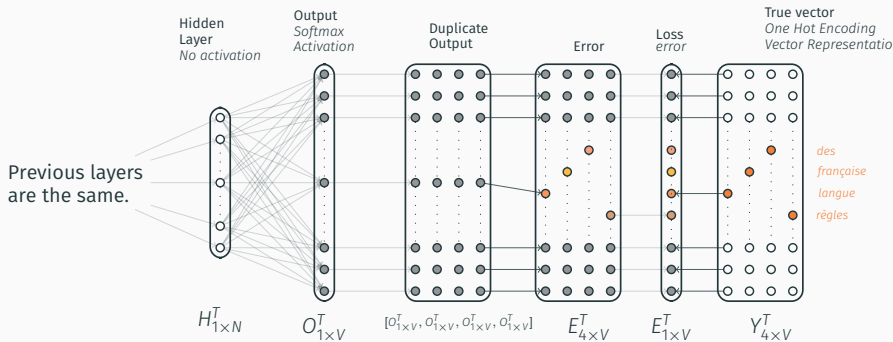
WORD2VEC - SKIP-GRAM

input	output
la	langue, française
langue	la, française, a
français	la, langue, a, des e
a	langue, française, des, règles
des	française, a, règles, de
règles	a, des, de, grammaire
de	des, règles, grammaire, compliquées
grammaire	règles, de, compliquées
compliquées	de, grammaire



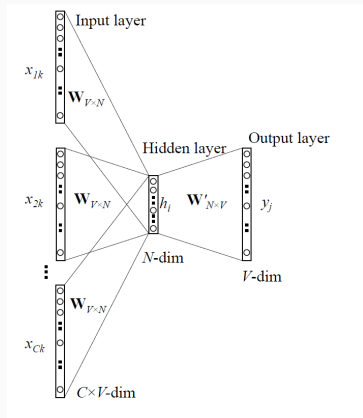
N = Dimensions dans laquelle les vecteurs vont être représentés et le nombre de neurones sur la couche cachée.

WORD2VEC - SKIP-GRAM



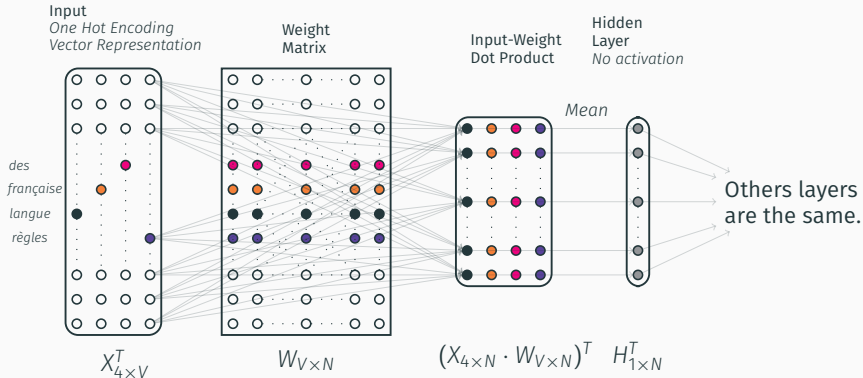
WORD2VEC - CONTINUOUS BAG OF WORDS (CBOW)

input	output
langue, française	la
la, française, a	langue
la, langue, a, des	française
langue, française, des, règles	a
française, a, règles, de	des
a, des, de, grammaire	règles
des, règles, grammaire, compliquées	de
règles, de, compliquées	grammaire
de, grammaire	compliquées



N = Dimensions dans laquelle les vecteurs vont être représentés et le nombre de neurones sur la couche cachée.

WORD2VEC - CONTINUOUS BAG OF WORDS (CBOW)



- Fonction d'activation par défaut : **Softmax**

$$p(Y_j/X_i) = \frac{\exp(W_{i,:} \cdot W'_{:,j})}{\sum_{k=1}^V \exp(W_{k,:} \cdot W'_{:,j})}$$

Chaque neurones est mis à jour à chaque itération.

- Fonction d'activation avec le **negative sampling** :

$$p(T = 1, /Y_j, X_i) = \frac{1}{1 - \exp(W_{i,:} \cdot W'_{:,j})}$$

Nombre limité de neurones mis à jour à chaque itération.

input	output	target
française	langue	1
française	mobylette	0
française	caramel	0
française	pudding	0
française	bateau	0

PROPRIÉTÉS

e	Man	Woman	King	Queen	Apple	Orange
Gender	-1	1	-0.95	0.97	0.00	0.01
Royal	0.01	0.02	0.93	0.95	-0.01	0.00
Age	0.03	0.02	0.7	0.69	0.03	-0.02
Food	0.04	0.01	0.02	0.01	0.95	0.97

$$\begin{matrix} e_{king} - & e_{man} + & e_{woman} = & e_{pred} \approx & e_{queen} \\ \begin{pmatrix} -0.95 \\ 0.93 \\ 0.7 \\ 0.02 \end{pmatrix} - & \begin{pmatrix} -1 \\ 0.01 \\ 0.03 \\ 0.04 \end{pmatrix} + & \begin{pmatrix} 1 \\ 0.02 \\ 0.02 \\ 0.01 \end{pmatrix} = & \begin{pmatrix} 1.05 \\ 0.94 \\ 0.69 \\ -0.01 \end{pmatrix} \approx & \begin{pmatrix} 0.97 \\ 0.95 \\ 0.69 \\ 0.01 \end{pmatrix}
 \end{matrix}$$

- Glove
- FastText

Fonctions de *hash* et de *tf-idf* séparées.

```
def vectorizer_train(df, columns=['Description', 'Libelle', 'Marque'], nb_hash=10000,
stop_words=None):

    #HASH
    # La fonction de FeatureHasher prend en compte le nombre d'apparition de chaque
    #mot.
    df_text = map(lambda x : collections.Counter(" ".join(x).split(" ")),
df[columns].values)
    feathash = FeatureHasher(nb_hash)
    data_hash = feathash.fit_transform(map(collections.Counter,df_text))

    # TFIDF
    vec = TfidfVectorizer(min_df = 1,stop_words = stop_words,smooth_idf=True,
norm='l2', sublinear_tf=True,use_idf=True, ngram_range=(1,2)) #bi-grams
    tfidf = vec.fit_transform(data_hash)
    return vec, feathash, tfidf

def apply_vectorizer(df, vec, columns =['Description', 'Libelle', 'Marque'],
feathash):

    df_text = map(lambda x : collections.Counter(" ".join(x).split(" ")),
df[columns].values)
    data_hash = feathash.transform(df_text)

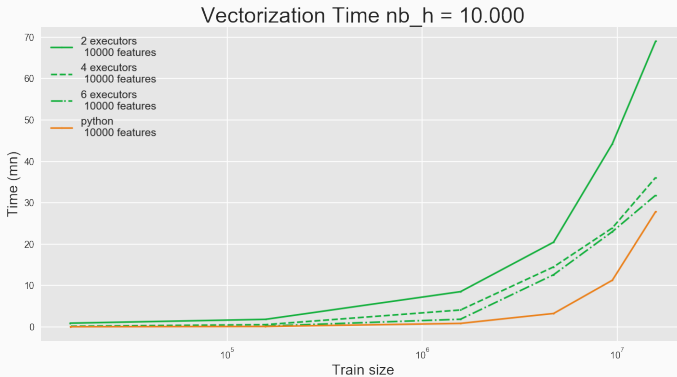
    # TFIDF
```

Fonctions de *hash* et de *tf* sont combinées dans un TRANSFORMER, et la fonction *idf* dans un second.

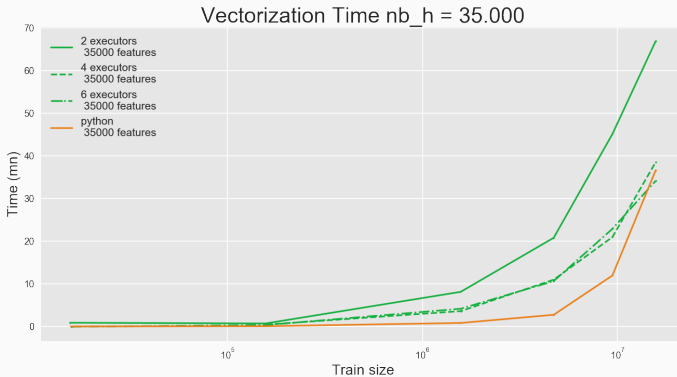
```
# Term Frequency
hashing_tf = HashingTF(inputCol="cleanDescr", outputCol='tf', numFeatures=10000)
trainTfDF = hashing_tf.transform(trainDF)

# Inverse Document Frequency
idf = IDF(inputCol=hashing_tf.getOutputCol(), outputCol="tfidf")
idf_model = idf.fit(trainTfDF)
trainTfIdfDF = idf_model.transform(trainTfDF)

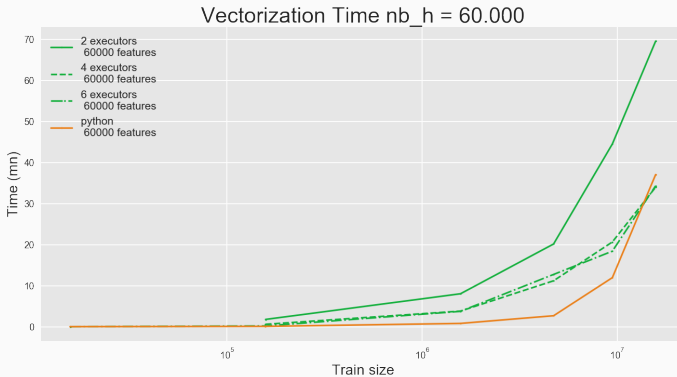
# application à l'échantillon test
testTfDF = hashing_tf.transform(testDF)
testTfIdfDF = idf_model.transform(testTfDF)
```



TP - RÉSULTAT - TEMPS VECTORIZATION



TP - RÉSULTAT - TEMPS VECTORIZATION



APPRENTISSAGE

- Par défaut, *scikit-learn*, *MMLib* utilisent des algorithmes "one-vs-all"
- Dans *scikit-learn* différents solveurs sont disponibles (*liblinear*, *LBFGS*, *sag*...).

- Les 4 meilleures solutions ont utilisées des méthodes linéaires Goutorbe et al. [2016]
- Solutions à plusieurs niveaux.
 - *On classe parmi les 1ère catégories..*
 - *...puis parmi les catégories de niveau 4*
- Implémentation de la solution N°2 disponible :
<https://github.com/ngaude/cdiscount>

TP - PIPELINE - SPARK

Possibilité de combiner les étapes dans un PIPELINE.

```
# Regex + Tokenizer
regexTokenizer = RegexTokenizer(inputCol="description", outputCol="tokenizedDescr",
pattern="[a-z_]", minTokenLength=3, gaps=True)

# StopWord
remover = StopWordsRemover(inputCol="tokenizedDescr", outputCol="stopTokenizedDescr",
stopWords = list(STOPWORDS))

# Stemmer
stemmer = MyNltkStemmer(inputCol="stopTokenizedDescr", outputCol="cleanDescr")

# Indexer
indexer = StringIndexer(inputCol="categorie1", outputCol="categoryIndex")

# Hasing
hashing_tf = HashingTF(inputCol="cleanDescr", outputCol='tf', numFeatures=10000)

# Inverse Document Frequency
idf = IDF(inputCol=hashing_tf.getOutputCol(), outputCol="tfidf")

#Logistic Regression
lr = LogisticRegression(maxIter=100, regParam=0.01, fitIntercept=False,
family = "multinomial", tol=0.0001,elasticNetParam=0.0,
featuresCol="tfidf", labelCol="categoryIndex")

# Creation du pipeline
pipeline = Pipeline(stages=[regexTokenizer, remover, stemmer, indexer, hashing_tf,
idf, lr])
```

Définition d'un TRANSFORMER personnalisé.

```
class MyNltkStemmer(Transformer, HasInputCol, HasOutputCol):

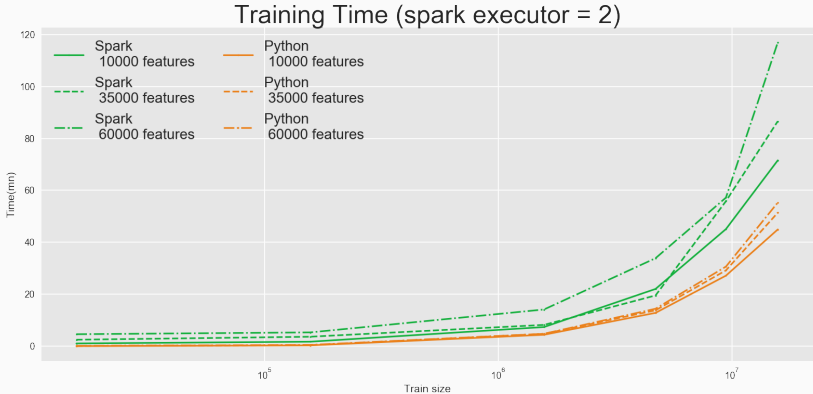
    @keyword_only
    def __init__(self, inputCol=None, outputCol=None):
        super(MyNltkStemmer, self).__init__()
        kwargs = self._input_kwargs
        self.setParams(**kwargs)

    @keyword_only
    def setParams(self, inputCol=None, outputCol=None):
        kwargs = self._input_kwargs
        return self._set(**kwargs)

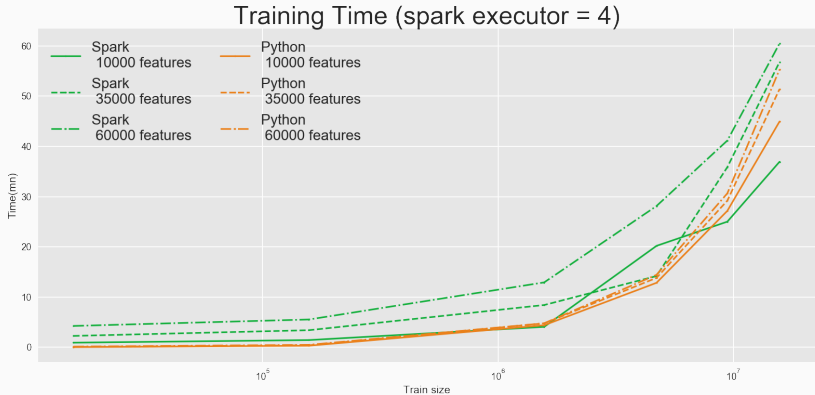
    def _transform(self, dataset):
        STEMMER = nltk.stem.SnowballStemmer('french')
        def clean_text(tokens):
            tokens_stem = [ STEMMER.stem(token) for token in tokens]
            return tokens_stem
        udfCleanText = udf(lambda lt : clean_text(lt), ArrayType(StringType()))
        out_col = self.getOutputCol()
        in_col = dataset[self.getInputCol()]
        return dataset.withColumn(out_col, udfCleanText(in_col))
```



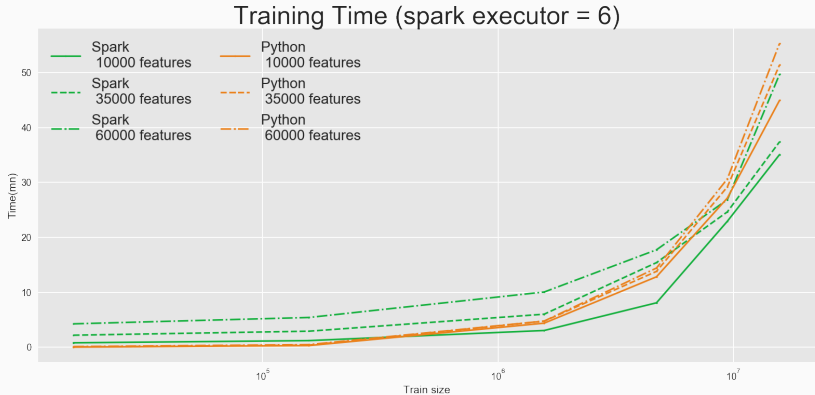
TP - RÉSULTAT - TEMPS VECTORIZATION



TP - RÉSULTAT - TEMPS VECTORIZATION



TP - RÉSULTAT - TEMPS VECTORIZATION

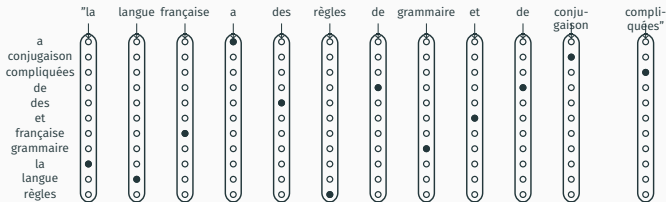


RÉSEAU DE NEURONES RÉCURRENTS

MOTIVATIONS

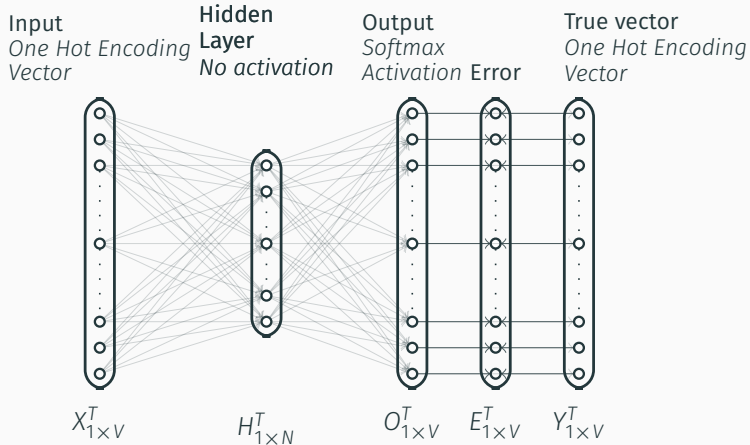
De nombreuses données sous formes de séquences...

type	x	y
Generation de texte	empty, scalar $\emptyset, 1, 2$	text sequence <i>Ceci est généré automatiquement</i>
Classification de sentiment	text sequence <i>C'était bien mais pas top</i>	int 2(/5)
Traduction automatique	text sequence <i>Comment tu vas ?</i>	text sequence <i>How are you ?</i>
Reconnaissance d'entité	text sequence <i>Harry Potter est un sorcier</i>	scalar vector [1, 1, 0, 0, 0]



MOTIVATION

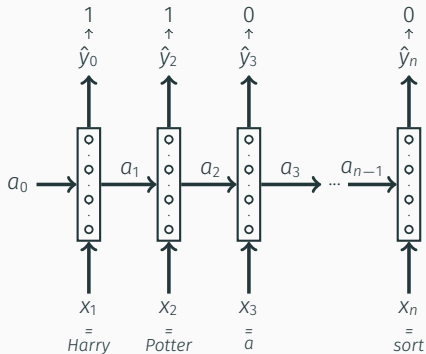
... et les réseaux de neurones "classiques" non adaptés



- Taille des séquences différente d'un exemple à l'autre
- Information entre variable (leur position) n'est pas partagé

RNN - NOTATIONS

Problème : Reconnaissance d'entité



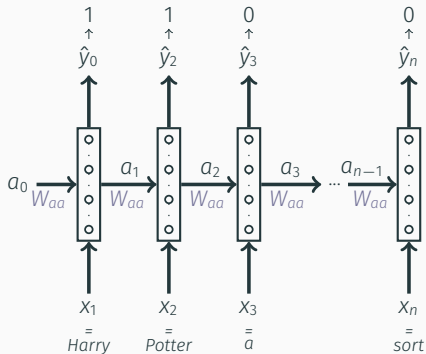
$$a_t = g_a(a_{t-1} + x_t + b_a)$$

- $x_t : 1 \times V$, (OHE representation)
- V : Taille du dictionnaire
- $y_t : 1 \times 1$, (0/1)
- $a_t : 1 \times H$
- H : Nombre de neurones
- N : Nombre de pas de temps (Timestep) (\neq Nombre de couches!)
- g_a : Fonction d'activation : **tanh/ReLU**
- g_a : Fonction d'activation : **Sigmoid**

$$\hat{y}_t = g_y(a_t + b_y)$$

RNN - NOTATIONS

Problème : Reconnaissance d'entité



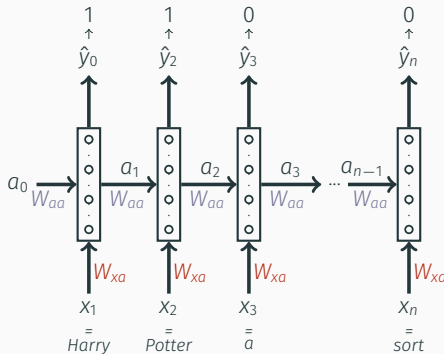
$$a_t = g_a(a_{t-1}W_{aa} + x_t + b_a)$$

- $x_t : 1 \times V$, (OHE representation)
- V : Taille du dictionnaire
- $y_t : 1 \times 1$, (0/1)
- $a_t : 1 \times H$
- H : Nombre de neurones
- N : Nombre de pas de temps (Timestep) (\neq Nombre de couches!)
- g_a : Fonction d'activation : **tanh/ReLU**
- g_a : Fonction d'activation : **Sigmoid**
- $W_{aa} : H \times H, \forall t \in [1, \dots, n]$

$$\hat{y}_t = g_y(a_t + b_y)$$

RNN - NOTATIONS

Problème : Reconnaissance d'entité



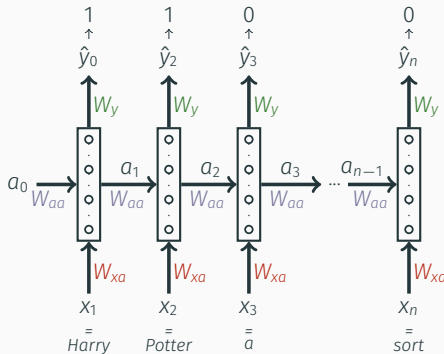
$$a_t = g_a(a_{t-1}W_{aa} + x_tW_{xa} + b_a)$$

- $x_t : 1 \times V$, (OHE representation)
- V : Taille du dictionnaire
- $y_t : 1 \times 1$, (0/1)
- $a_t : 1 \times H$
- H : Nombre de neurones
- N : Nombre de pas de temps (Timestep) (\neq Nombre de couches !)
- g_a : Fonction d'activation : **tanh/ReLU**
- g_a : Fonction d'activation : **Sigmoid**
- $W_{aa} : H \times H, \forall t \in [1, \dots, n]$
- $W_{xa} : V \times H, \forall t \in [1, \dots, n]$

$$\hat{y}_t = g_y(a_t + b_y)$$

RNN - NOTATIONS

Problème : Reconnaissance d'entité



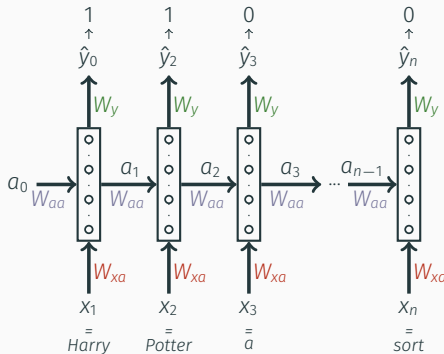
$$a_t = g_a(a_{t-1}W_{aa} + x_tW_{xa} + b_a)$$

$$\hat{y}_t = g_y(a_tW_y + b_y)$$

- $x_t : 1 \times V$, (OHE representation)
- V : Taille du dictionnaire
- $y_t : 1 \times 1$, (0/1)
- $a_t : 1 \times H$
- H : Nombre de neurones
- N : Nombre de pas de temps (Timestep) (\neq Nombre de couches !)
- g_a : Fonction d'activation : **tanh/ReLU**
- g_y : Fonction d'activation : **Sigmoid**
- $W_{aa} : H \times H, \forall t \in [1, \dots, n]$
- $W_{xa} : V \times H, \forall t \in [1, \dots, n]$
- $W_y : H \times 1, \forall t \in [1, \dots, n]$

RNN - NOTATIONS

Problème : Reconnaissance d'entité



- $x_t : 1 \times V$, (OHE representation)
- V : Taille du dictionnaire
- $y_t : 1 \times 1$, (0/1)
- $a_t : 1 \times H$
- H : Nombre de neurones
- N : Nombre de pas de temps (Timestep) (\neq Nombre de couches !)
- g_a : Fonction d'activation : **tanh/ReLU**

- g_a : Fonction d'activation : **Sigmoid**

- $W_{aa} : H \times H, \forall t \in [1, \dots, n]$

- $W_{xa} : V \times H, \forall t \in [1, \dots, n]$

- $W_y : H \times 1, \forall t \in [1, \dots, n]$

- $W_a : (H + V) \times H, \forall t \in [1, \dots, n]$ 48/58

$$a_t = g_a(a_{t-1}W_{aa} + x_tW_{xa} + b_a)$$

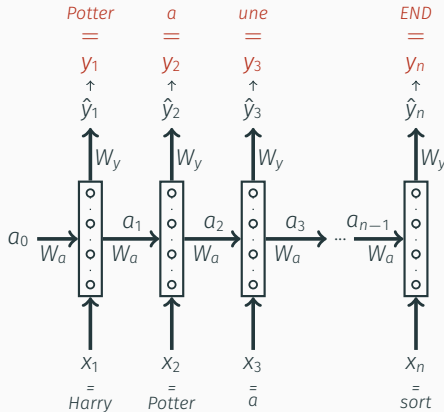
$$= g\left([a_{t-1}, x_t]\begin{bmatrix} W_{aa} \\ W_{xa} \end{bmatrix} + b_a\right)$$

$$= g([a_{t-1}, x_t]W_a + b_a)$$

$$\hat{y}_t = g_y(a_tW_y + b_y)$$

RNN - NOTATIONS

Problème : Génération de texte (Apprentissage)

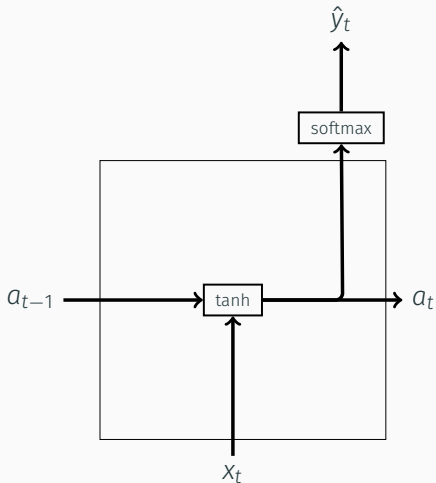


$$a_t = g([a_{t-1}, x_t]W_a + b_a)$$

$$y_t = g_y(a_tW_y + b_y)$$

- $x_t : 1 \times V$, (OHE representation)
- V : Taille du dictionnaire
- $\hat{y}_t, y_t : 1 \times V$, (OHE representation)
- $a_t : 1 \times H$
- H : Nombre de neurones
- N : Nombre de pas de temps (Timestep) (\neq Nombre de couches!)
- g_a : Fonction d'activation : **tanh/ReLU**
- g_y : Fonction d'activation : **Softmax**
- $W_y : H \times V, \forall t \in [1, \dots, n]$
- $W_a : (H + V) \times H, \forall t \in [1, \dots, n]$

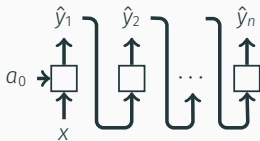
RNN UNIT



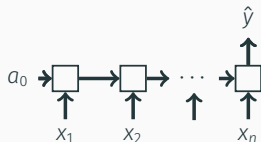
$$a_t = \tanh([a_{t-1}, x_t]W_a + b_a)$$

$$\hat{y}_t = \text{softmax}(a_t W_y + b_y)$$

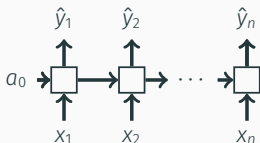
DIFFERENT TYPE OF RNN



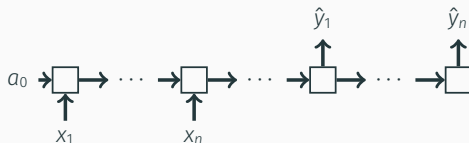
ONE TO MANY
Génération de texte



MANY TO ONE
Sentiment classification



MANY TO MANY
Reconnaissance d'entité

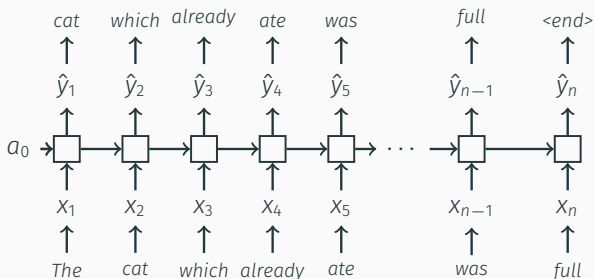


MANY TO MANY
Traduction automatique

VANISHING GRADIENT

PROBLÈME : Dépendence à long terme :

The cat, which already ate ..., was full.

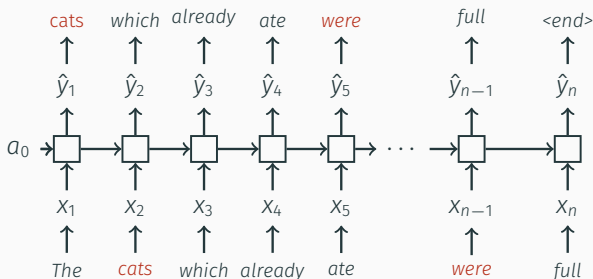


VANISHING GRADIENT

PROBLÈME : Dépendence à long terme :

The cat, which already ate ..., was full.

The **cats**, which already ate ..., **were** full.

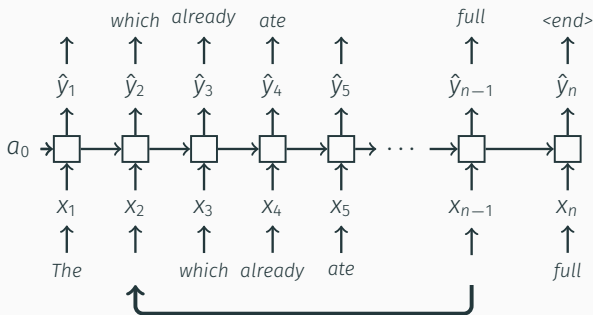


VANISHING GRADIENT

PROBLÈME : Dépendence à long terme :

The cat, which already ate ..., was full.

The **cats**, which already ate ..., **were** full.



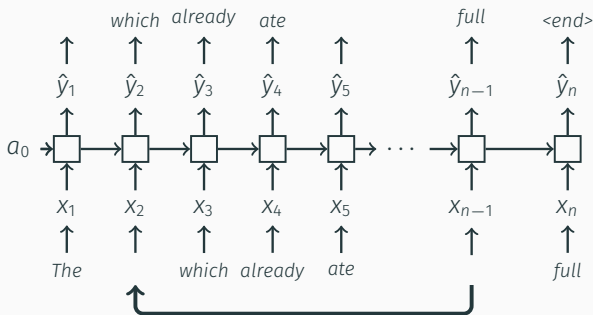
Difficile de retropopper le gradient

VANISHING GRADIENT

PROBLÈME : Dépendence à long terme :

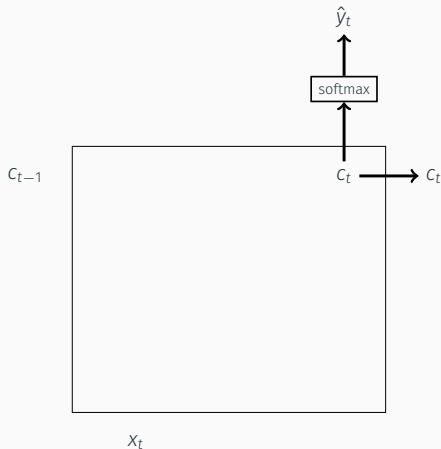
The cat, which already ate ..., was full.

The **cats**, which already ate ..., **were** full.



Difficile de retropopper le gradient

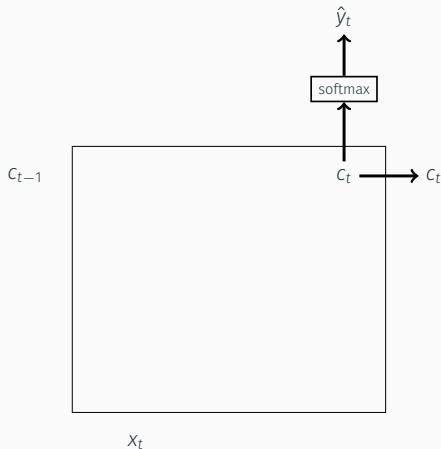
SOLUTION : Inclure des cellules *mémoire*.



c_t = memory cell

$c_t = a_t$

$$\hat{y}_t = \text{softmax}(c_t W_y + b_y)$$



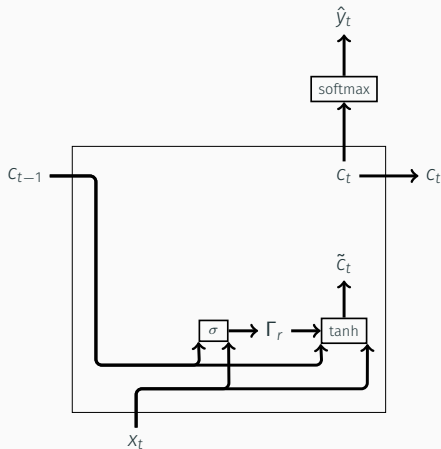
c_t = memory cell

$$c_t = a_t$$

$$\Gamma_r = \sigma([c_{t-1}, x_t]W_r + b_r)$$

$$\tilde{c}_t = \tanh([\Gamma_r * c_{t-1}, x_t]W_c + b_c)$$

$$\hat{y}_t = \text{softmax}(c_t W_y + b_y)$$



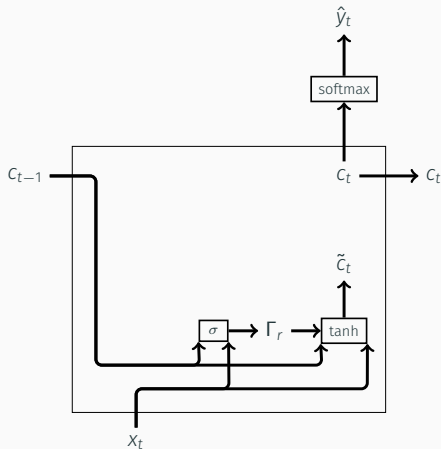
c_t = memory cell

$c_t = a_t$

$$\Gamma_r = \sigma([c_{t-1}, x_t]W_r + b_r)$$

$$\tilde{c}_t = \tanh([\Gamma_r * c_{t-1}, x_t]W_c + b_c)$$

$$\hat{y}_t = \text{softmax}(c_t W_y + b_y)$$



c_t = memory cell

$$c_t = a_t$$

$$\Gamma_r = \sigma([c_{t-1}, x_t]W_r + b_r)$$

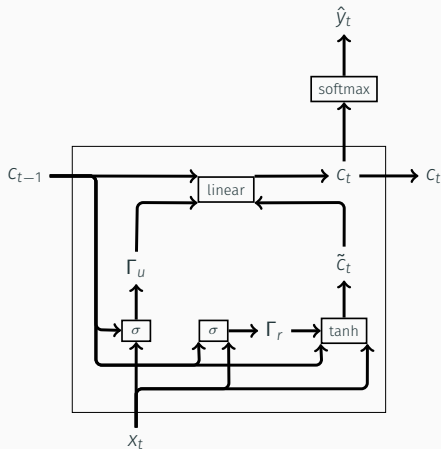
$$\tilde{c}_t = \tanh([\Gamma_r * c_{t-1}, x_t]W_c + b_c)$$

$$\Gamma_u = \sigma([c_{t-1}, x_t]W_u + b_u)$$

$$c_t = \Gamma_u * \tilde{c}_t + (1 - \Gamma_u) * c_{t-1}$$

$$\hat{y}_t = \text{softmax}(c_t W_y + b_y)$$

GRU UNIT - CHO ET AL. [2014], CHUNG ET AL. [2014]



c_t = memory cell

$c_t = a_t$

$$\Gamma_r = \sigma([c_{t-1}, x_t]W_r + b_r)$$

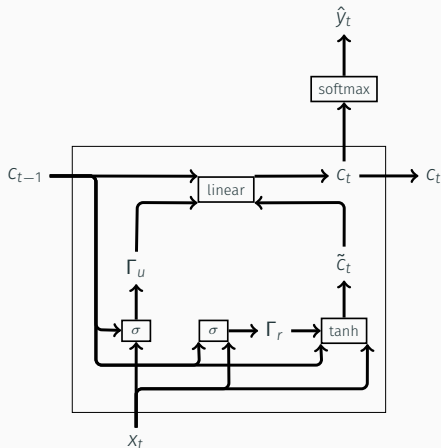
$$\tilde{c}_t = \tanh([\Gamma_r * c_{t-1}, x_t]W_c + b_c)$$

$$\Gamma_u = \sigma([c_{t-1}, x_t]W_u + b_u)$$

$$c_t = \Gamma_u * \tilde{c}_t + (1 - \Gamma_u) * c_{t-1}$$

$$\hat{y}_t = \text{softmax}(c_t W_y + b_y)$$

GRU UNIT - CHO ET AL. [2014], CHUNG ET AL. [2014]



c_t = memory cell

$c_t = a_t$

$$\Gamma_r = \sigma([c_{t-1}, x_t]W_r + b_r)$$

$$\tilde{c}_t = \tanh([\Gamma_r * c_{t-1}, x_t]W_c + b_c)$$

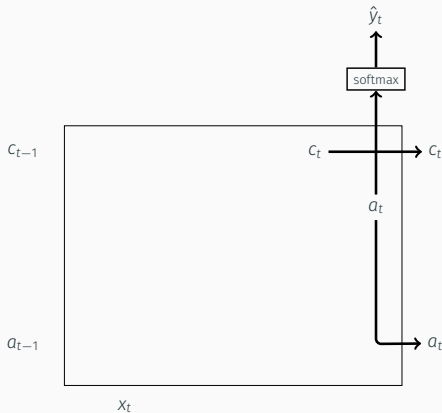
$$\Gamma_u = \sigma([c_{t-1}, x_t]W_u + b_u)$$

$$c_t = \Gamma_u * \tilde{c}_t + (1 - \Gamma_u) * c_{t-1}$$

$$\hat{y}_t = \text{softmax}(c_t W_y + b_y)$$

the	cats	which	already	ate	...	were	full
$c_1^i = 0$	$c_2^i = 1$	$c_3^i = 1$	$c_4^i = 1$	$c_5^i = 1$...	$c_{n-1}^i = 1$	$c_n^i = 0$
$\Gamma_u^i = 0$	$\Gamma_u^i = 1$	$\Gamma_u^i = 0$	$\Gamma_u^i = 0$	$\Gamma_u^i = 0$...	$\Gamma_u^i = 1$	$\Gamma_u^i = 0$

LSTM UNIT - HOCHREITER AND SCHMIDHUBER [1997]



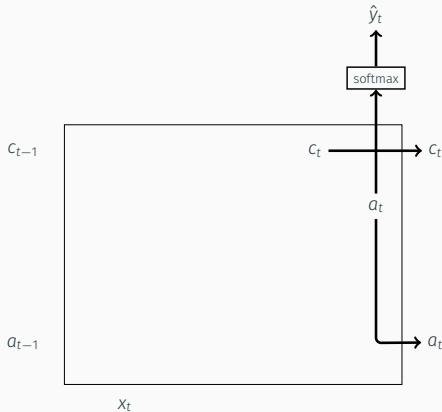
$c_t = \text{memory cell}$

$c_t \neq a_t$

$$\hat{y}_t = \text{softmax}(a_t W_y + b_y)$$

Cola's Blog

LSTM UNIT - HOCHREITER AND SCHMIDHUBER [1997]



c_t = memory cell

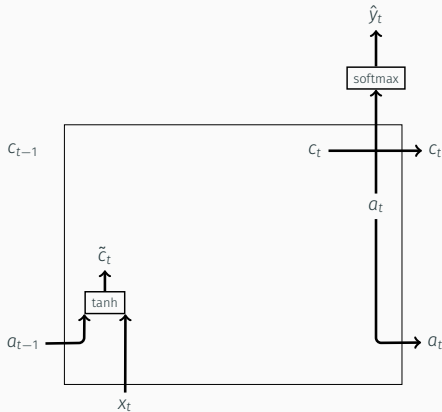
$c_t \neq a_t$

$$\tilde{c}_t = \tanh([a_{t-1}, x_t]W_a + b_a)$$

$$\hat{y}_t = \text{softmax}(a_t W_y + b_y)$$

Cola's Blog

LSTM UNIT - HOCHREITER AND SCHMIDHUBER [1997]



Cola's Blog

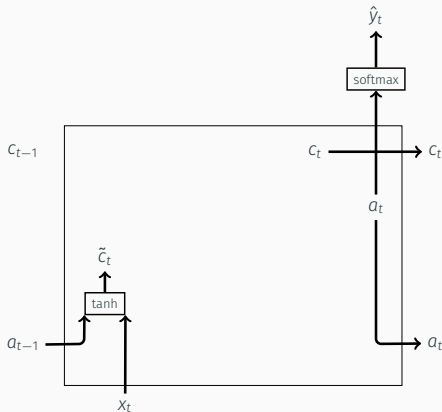
c_t = memory cell

$c_t \neq a_t$

$\tilde{c}_t = \tanh([a_{t-1}, x_t]W_a + b_a)$

$\hat{y}_t = \text{softmax}(a_tW_y + b_y)$

LSTM UNIT - HOCHREITER AND SCHMIDHUBER [1997]



Cola's Blog

c_t = memory cell

$c_t \neq a_t$

$\tilde{c}_t = \tanh([a_{t-1}, x_t]W_a + b_a)$

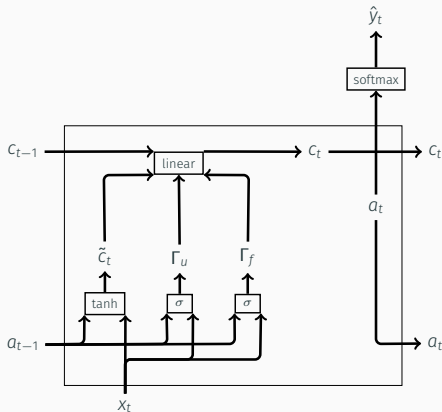
$\Gamma_u = \sigma([a_{t-1}, x_t]W_u + b_u)$

$\Gamma_f = \sigma([a_{t-1}, x_t]W_u + b_f)$

$c_t = \Gamma_u * \tilde{c}_t + \Gamma_f * c_{t-1}$

$\hat{y}_t = \text{softmax}(a_t W_y + b_y)$

LSTM UNIT - HOCHREITER AND SCHMIDHUBER [1997]



Cola's Blog

c_t = memory cell

$c_t \neq a_t$

$\tilde{c}_t = \tanh([a_{t-1}, x_t]W_a + b_a)$

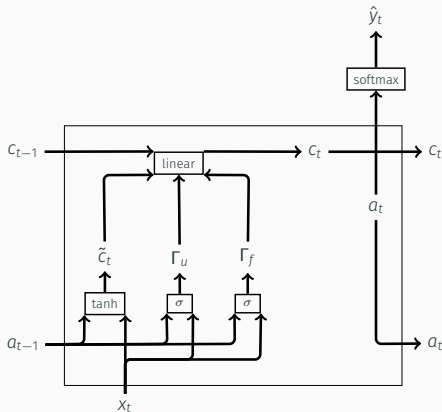
$\Gamma_u = \sigma([a_{t-1}, x_t]W_u + b_u)$

$\Gamma_f = \sigma([a_{t-1}, x_t]W_f + b_f)$

$c_t = \Gamma_u * \tilde{c}_t + \Gamma_f * c_{t-1}$

$\hat{y}_t = \text{softmax}(a_t W_y + b_y)$

LSTM UNIT - HOCHREITER AND SCHMIDHUBER [1997]



Cola's Blog

c_t = memory cell

$c_t \neq a_t$

$\tilde{c}_t = \tanh([a_{t-1}, x_t]W_a + b_a)$

$\Gamma_u = \sigma([a_{t-1}, x_t]W_u + b_u)$

$\Gamma_f = \sigma([a_{t-1}, x_t]W_f + b_f)$

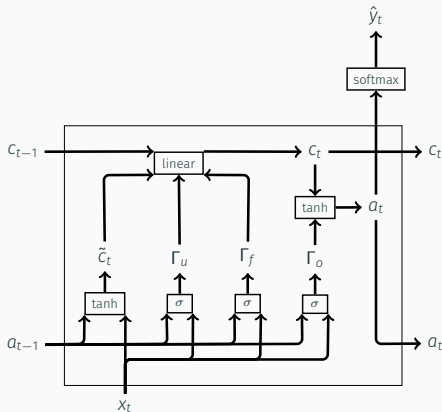
$c_t = \Gamma_u * \tilde{c}_t + \Gamma_f * c_{t-1}$

$\Gamma_o = \sigma([a_{t-1}, x_t]W_r + b_o)$

$a_t = \Gamma_o * \tanh(c_t)$

$\hat{y}_t = \text{softmax}(a_t W_y + b_y)$

LSTM UNIT - HOCHREITER AND SCHMIDHUBER [1997]



Cola's Blog

c_t = memory cell

$c_t \neq a_t$

$\tilde{c}_t = \tanh([a_{t-1}, x_t]W_a + b_a)$

$\Gamma_u = \sigma([a_{t-1}, x_t]W_u + b_u)$

$\Gamma_f = \sigma([a_{t-1}, x_t]W_u + b_f)$

$c_t = \Gamma_u * \tilde{c}_t + \Gamma_f * c_{t-1}$

$\Gamma_o = \sigma([a_{t-1}, x_t]W_r + b_o)$

$a_t = \Gamma_o * \tanh(c_t)$

$\hat{y}_t = \text{softmax}(a_t W_y + b_y)$

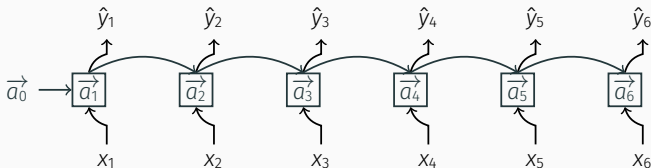
BIDIRECTIONAL RNN (BRNN)

PROBLÈME : Fin de la phrase explique le début.

EXEMPLE : Reconnaissance d'entité (Nom) :

Hollande était le président de la France.

Hollande est un pays d'Europe.



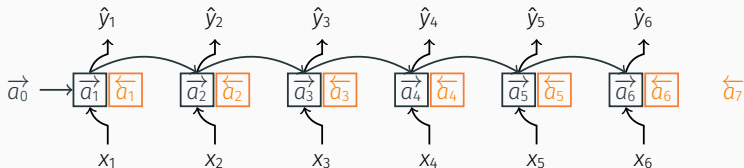
BIDIRECTIONAL RNN (BRNN)

PROBLÈME : Fin de la phrase explique le début.

EXEMPLE : Reconnaissance d'entité (Nom) :

Hollande était le président de la France.

Hollande est un pays d'Europe.



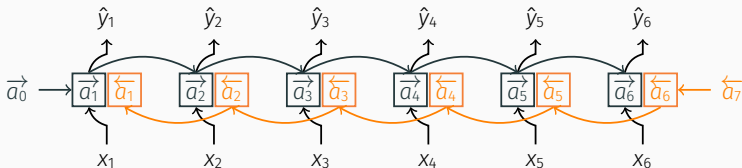
BIDIRECTIONAL RNN (BRNN)

PROBLÈME : Fin de la phrase explique le début.

EXEMPLE : Reconnaissance d'entité (Nom) :

Hollande était le président de la France.

Hollande est un pays d'Europe.



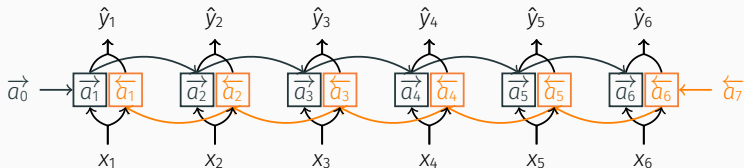
BIDIRECTIONAL RNN (BRNN)

PROBLÈME : Fin de la phrase explique le début.

EXEMPLE : Reconnaissance d'entité (Nom) :

Hollande était le président de la France.

Hollande est un pays d'Europe.



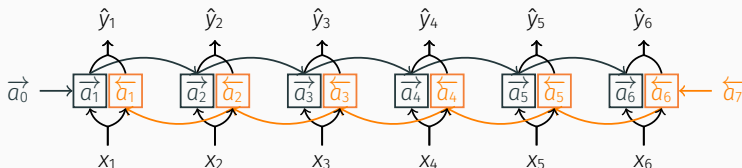
BIDIRECTIONAL RNN (BRNN)

PROBLÈME : Fin de la phrase explique le début.

EXEMPLE : Reconnaissance d'entité (Nom) :

Hollande était le président de la France.

Hollande est un pays d'Europe.

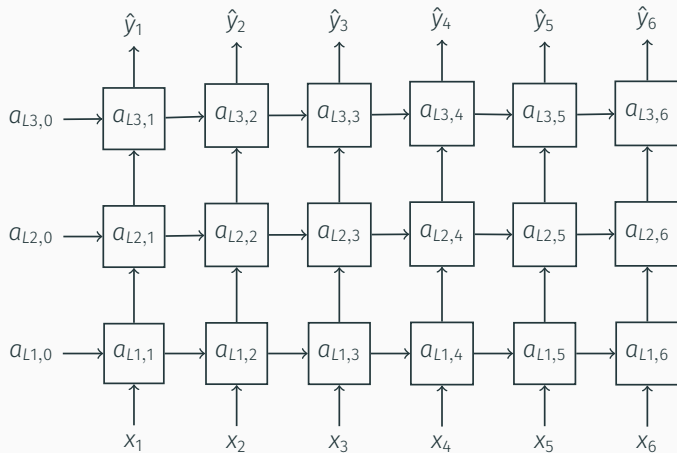


$$\overleftarrow{a}_t = \tanh([\overleftarrow{a}_{t-1}, x_t]W_{\overleftarrow{a}} + b_{\overleftarrow{a}})$$

$$\overrightarrow{a}_t = \tanh([\overrightarrow{a}_{t-1}, x_t]W_{\overrightarrow{a}} + b_{\overrightarrow{a}})$$

$$\hat{y}_t = \text{softmax}([\overrightarrow{a}_t, \overleftarrow{a}_t]W_y + b_y)$$

DEEP RNN



$$a_{L1,t} = \tanh([a_{L1,t-1}, x_t]W_{L1,a} + b_{L1,a})$$

$$a_{Li,t} = \tanh([a_{Li,t-1}, a_{Li-1,t}]W_{Li,a} + b_{Li,a}), \forall i > 1$$

$$\hat{y}_t = \text{softmax}(a_{L3,t}W_y + b_y)$$

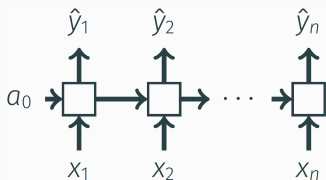
EXEMPLE : GÉNÉRATION DE TEXTE

$x =$ Pour apple iphone 4 : coque bumper silicone blanc - Cet étui en silicone rigide...

$x = [x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_n]$

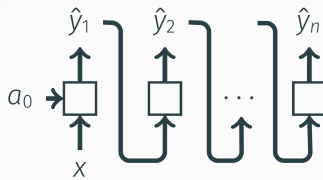
$x = [\text{start}, \text{OHE}(P), \text{OHE}(o), \text{OHE}(u), \dots, \text{END}]$

Vocabulary = $[a, \dots, z, A, \dots, Z, 0, \dots, 9, ., ?, :, ;, !, \dots]$



MANY TO MANY

Apprentissage



ONE TO MANY

Génération

3 parties :

- CATÉGORISATION : NETTOYAGE, VECTORISATION ET APPRENTISSAGE.
 - *Part1-1-AIF-PythonNltk-Explore&CleanText-Cdiscount.ipynb*
 - *Part1-2-AIF-PythonNltkGensim-FeatureExtraction-Cdiscount.ipynb*
 - *Part1-3-AIF-PythonScikitLearn-Prediction-Cdiscount.ipynb*
- CATEGORISATION : WORKFLOW COMPLET PYTHON/PYSPARK.
 - *Part2-1-AIF-PythonWorkflow-Cdiscount.ipynb*
 - *Part2-2-AIF-PysparkWorkflow-Cdiscount.ipynb*
 - *Part2-2bis-AIF-PysparkWorkflowPipeline-Cdiscount.ipynb*
- RNN : GÉNÉRATION DE TEXTE.
 - *Part3-AIF-PythonKeras-TextGeneration-Cdiscount-Copy1.ipynb*

RÉFÉRENCES

Kyunghyun Cho, Bart Van Merriënboer, Dzmitry Bahdanau, and Yoshua Bengio. On the properties of neural machine translation : Encoder-decoder approaches. *arXiv preprint arXiv :1409.1259*, 2014.

Junyoung Chung, Caglar Gulcehre, KyungHyun Cho, and Yoshua Bengio. Empirical evaluation of gated recurrent neural networks on sequence modeling. *arXiv preprint arXiv :1412.3555*, 2014.

REFERENCES II

- Bruno Goutorbe, Yang Jiao, Matthieu Cornec, Christelle Grauer, and Jérémie Jakubowicz. A large e-commerce data set released to benchmark categorization methods. 2016.
- Sepp Hochreiter and Jürgen Schmidhuber. Long short-term memory. *Neural computation*, 9(8):1735–1780, 1997.
- Tomas Mikolov, Kai Chen, Greg Corrado, and Jeffrey Dean. Efficient estimation of word representations in vector space. *arXiv preprint arXiv:1301.3781*, 2013a.
- Tomas Mikolov, Ilya Sutskever, Kai Chen, Greg S Corrado, and Jeff Dean. Distributed representations of words and phrases and their compositionality. In *Advances in neural information processing systems*, pages 3111–3119, 2013b.

Kilian Weinberger, Anirban Dasgupta, John Langford, Alex Smola, and Josh Attenberg. Feature hashing for large scale multitask learning. In *Proceedings of the 26th Annual International Conference on Machine Learning*, pages 1113–1120. ACM, 2009.