

Brief Article

BOUJNOUNI Fatine, AFCHAR HERAVI MOGHADAM Darius, TOULEMONT Matthieu

10 février 2017

- 1 Introduction
- 2 Architecture choisie
- 3 Alignement de mot
- 4 Interface
- 5 Classification morphologique

Après avoir effectué l'alignement des mots, nous avons voulu tenter de classer les mots selon leur morphologie. Une première approche fut d'utiliser l'algorithme défini par John Goldsmith et al dans leur article de 2001 : <http://www.aclweb.org/anthology/J01-2001>. Puis après des premiers résultats et un échange de mails avec Mr Goldsmith nous avons décidé de changer de méthode, en majeure partie à cause du temps qu'il nous restait pour trouver une solution.

5.1 Première méthode : Goldsmith

L'idée principale de cette méthode est de créer un ensemble de segmentation des mots en radicaux et en suffixes :

$$mot = \{(radical_i, suffixe_i)\} \quad (1)$$

Une fois cette segmentation effectuée, on veut former ce qu'on appelle des signatures défini comme suit :

$$signature = \{radical_i, radical_j \dots\} < - > \{suffixe_k, suffixe_m\} \quad (2)$$

tel que $\forall i, k$ $radical_i + suffixe_k$ est un mot dans le texte. Chaque mot doit être encodé dans une seule signature.

Les premières segmentations nous permettent de créer un premier ensemble de signatures parmi lesquelles nous devons bien sûr en éliminer la plus part. Pour cela les auteurs de l'article utilisent la MDL ou Minimum Description Length défini par Rissanen. Ils définissent donc, pour chacun des objets, une longueur de compression, et vont chercher à minimiser la somme de toutes ces longueurs. Ne précisant pas comment ils effectuent cette minimisation nous avons premièrement choisi de maximiser ce que les auteurs appellent l'information mutuelle pondérée d'un suffixe :

$$\frac{[suffix]}{[kgram]} * \log\left(\frac{[suffix]}{\prod_{lettre \in suffix} [letter]}\right) \quad (3)$$

où $[suffix]$ est le nombre de fois où le suffixe apparait dans le texte en tant que suffixe. En plus de cela nous avons cherché à maximiser pour chaque signature le produit suivant :

$$\log(|radical|) * \log(|suffix|) \quad (4)$$

où $|suffix|$ est le nombre de suffixe dans la signature. Ceci dans l'idée que nous voulions éviter au maximum les signatures ne contenant qu'un seul suffixe ou un seul radical puisque qu'elle n'apporte pas d'informations générales sur la langue du texte étudié.

Après un mois et demi sur cette méthode nos résultats n'étaient pas encourageant, nous avons décidé d'envoyer un mail à Mr Goldsmith pour plus de détails sur la méthode à employer. Il nous a grandement aidé, conforté dans nos résultats et nous a conseillé de changer d'estimateur et d'utiliser plutôt la MDL de Rissanen. Manquant de temps pour se plonger dans cette méthode et la mettre en place nous avons choisi de changer d'estimateurs et de méthode d'agrégation des signatures.

5.2 Seconde méthode : Patricia Trie et nouvelle heuristique

Ici nous avons commencé par encoder le texte dans un Patricia Trie.

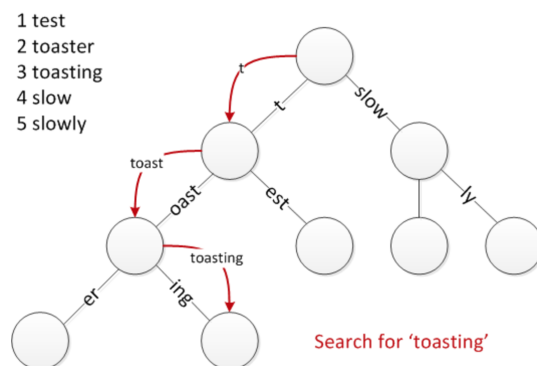


FIGURE 1 – Cette photo provient de la page wikipedia sur les patricia trie

Une fois cet arbre construit, on peut avoir accès à ses feuilles dont on est sûr qu'elles constituent des suffixes. De plus en parcourant l'arbre et en s'arrêtant dès qu'on tombe sur un mot du texte on obtient une première décomposition du mot et de tous ceux qui suivent dans l'arbre. En bref, l'utilisation d'un patricia trie nous permet d'obtenir un premier sous ensembles de suffixes et une première segmentation pour chaque mot. Pour construire cet arbre nous avons bénéficié du code de Mr Clerc qui nous a permis de construire un premier trie (une lettre par noeud). Nous l'avons ensuite 'concaténé' dès qu'il y avait deux lettres ou plus (noeuds) consécutifs n'ayant qu'un enfant.

Nous avons de plus garder l'heuristique développé dans l'article de Mr Goldsmith qui consiste à créer un ensemble de segmentations pour chaque mot. Puis pour caractériser la vraisemblance d'une segmentation $mot = \{(radical_i, suffixe_i)\}$ nous utilisons l'estimateur suivant :

$$(-1) * \log\left(\frac{[radical_i + suffixe_k]}{[radical_i] * [suffixe_k]}\right) \quad (5)$$

Pour qualifier la vraisemblance d'un suffixe et d'un radical nous n'utilisons plus l'information mutuelle pondéré mais les estimateurs suivants :

$$suffixe : (-1) * \sum_{segmentation=(radical, suffixe)} \log\left(\frac{[radical + suffixe]}{[radical] * [suffixe]}\right) \quad (6)$$

$$radical : (-1) * \sum_{segmentation=(radical, suffixe)} \log\left(\frac{[radical + suffixe]}{[radical] * [suffixe]}\right) \quad (7)$$

Enfin on obtient donc pour chaque segmentation trois indices de sa potentielle pertinence : la vraisemblance de la segmentation, la vraisemblance du suffixe et celle du radical. Ces informations sont sauvegardées dans le fichier "*leftseg.txt*" pour le texte de gauche et "*rightseg.txt*" pour le texte de droite. Par exemple pour le premier Harry Potter en français on obtient pour le mot 'approchèrent' :

```

approchèrent : approchère | 11.78135971352466 :+: nt | 24449.13054101507 : = : 35.34407914057398
approch | 93.97512396327853 :+: èrent | 4044.19535115923 : = : 28.84964653133697
approchèren | 12.976743106734322 :+: t | 22156.839601702086 : = : 38.93022932020297
approchèr | 11.113742166049189 :+: ent | 24343.19253010545 : = : 33.34122649814756
approchè | 8.46352437327118 :+: rent | 6030.423909676321 : = : 25.390573119813542

```

FIGURE 2 – Exemple de triplet de vraisemblances pour plusieurs segmentation du mot 'approchèrent'

En regardant ses résultats on se rend compte qu'on ne peut pas choisir une segmentation en ne triant que sur un seul indice. Pour parvenir à une unique segmentation nous appliquons l'arbre de décision suivant :

Si pour les maximums pour chacune des informations nous donnent une unique segmentation on utilise celle-là.

Si on obtient deux maximum menant à une segmentation alors on garde celle-ci.

Si toutes les segmentations sont différentes alors on prends celle donnée par le maximum d'information provenant des radicaux.

Dans le cas de l'exemple ci-dessus on a :

- Le maximum au sens des segmentations est : 'approchèren' + 't'
- Le maximum au sens des suffixes est : 'approchèr' + 'ent'
- Le maximum au sens des radicaux est : 'approch' + 'èrent'

Nous avons trois segmentations, on garde celle au sens des radicaux donc : 'approch' + 'èrent'. Nous avons désormais une unique segmentation pour chaque mot, on crée les signatures et on les sauvegarde dans "*leftsig.txt*" et "*rightsig.txt*".

Par exemple on obtient :

```
('a', 'e', 'er') :
confirma | confirm
répliqua | répliqu
accepta | accept
accepter | accept
réplique | répliqu
confirmer | confirm
accepte | accept
remua | remu
remue | remu
remuer | remu
confirme | confirm
répliquer | répliqu
```

```
('a', 'ant', 'e', 'er') :
plaquant | plaqu
déchirant | déchir
caresse | caress
plaquer | plaqu
tapoter | tapot
caressant | caress
tapota | tapot
tapote | tapot
déchire | déchir
déchirer | déchir
plaqua | plaqu
plaque | plaqu
caresser | caress
déchira | déchir
caressa | caress
tapotant | tapot
```

```
('ient', 'ait') :
menaient | mena
menaçait | mena
```

```
('ait', 'u', 'urent') :
parcoururent | parcour
parcourait | parcour
parcouru | parcour
```

```
('a', 'aient', 'ait', 'ant', 'e', 'er', 'ez', 'èrent', 'é') :
tournez | tourn
tournait | tourn
tourné | tourn
tournaient | tourn
tourna | tourn
tournant | tourn
tourner | tourn
tourne | tourn
tournèrent | tourn
```

```
('i',) :
rebondi | rebond
malpoli | malpol
ainsi | ains
mistigri | mistigr
lundi | lund
pourquoi | pourquoi
ressenti | ressent
assombri | assombr
reviendrai | reviendra
celuici | celuic
chéri | cher
accompli | accompl
endormi | endorm
celui | celu
rendormi | rendorm
aussi | auss
viendrai | viendra
merssssi | merssss
ralenti | ralent
étourdi | étourd
enverrai | enverra
fourni | fourn
appellerai | appellera
raccourci | raccourc
```

5.3 Résultats, critiques, comment continuer

Plusieurs observations peuvent être faites sur la démarche effectuée. Contrairement à la méthode initialement prise (Goldsmith) celle-ci n'est pas non-supervisée. Quant aux résultats on observe trois choses.

- La première est que dès lors qu'un verbe apparaît sous beaucoup de formes dans le texte on est presque sûr de le retrouver seul dans une signature. (Voir 'tournez', 'tournait', 'tournant' etc.... dans la photo ci-dessus).
- La seconde est que au contraire on obtient des signatures ('s'), ('t') , qui vont prendre soit tous les noms qui apparaissent au pluriel ou les verbes qui n'apparaissent que dans peu de formes.
- La troisième est que l'on obtient quand même de bonnes signatures (voir les deux premières sur la photo ci-dessus.)

Les deux premières correspondent, je pense, à des optimums locaux. La première parce que les signatures de cette forme ne contiennent généralement qu'un seul radical, qui est suivi de beaucoup de suffixes. Le radical a donc une grande vraisemblance et est gardé. La seconde parce que les signatures de cette forme ne contiennent généralement qu'un suffixe et pour les même raisons la segmentation et le suffixe auront une grande vraisemblance. Il faut aussi noter que dans la construction des suffixes la taille des suffixes que l'on crée dépend de la taille du mot. Plus le mot est long plus nous autorisons les suffixes long. De plus nous ne prenons pas en compte les mots de taille inférieure à 4. Sur les 8088 mots d'origine dans Harry Potter (en français) nous en étudions 7320. Nous obtenons au final 5149 radicaux différents et 348 suffixes différents. On peut penser qu'il serait judicieux de traiter les suffixes que l'on retrouve dans d'autres suffixes ('ons' et 'rons' par exemple) mais en faisant cela on risque de se retrouver avec seulement des suffixes à une lettre. Ce n'est pas ce que l'on veut.

Cette méthode est indépendante de la langue utilisée. En raison des hypothèses faites sur les tailles des suffixes cette méthode obtiendra de meilleurs résultats sur les langues indo-européennes et plus particulièrement pour les langues latines et l'anglais. L'allemand par exemple ou des mots juxtaposés peuvent former de nouveaux mots n'est pas adapté à cette méthode.

Aller plus loin On se rend compte que l'étape primordiale est ici de trouver une bonne segmentation des mots. Les signatures se font ensuite très rapidement sans aucune autre hypothèse les segmentations trouvées. Pour cela, il y a une méthode que j'aurai voulu essayer si j'avais eu plus de temps. Il s'agit de celle défini par MATHIAS CREUTZ and KRISTA LAGUS dans leur article de Unsupervised Models for Morpheme Segmentation and Morphology Learning où il choisissent de maximiser la probabilité a posteriori de la segmentation. Si cette méthode me tente, c'est parce qu'elle est non-supervisée. Je souhaiterai aussi pouvoir implémenter un outil de segmentation d'un texte. Ces algorithmes visent à retrouver les mots dans un texte où les espaces ont été enlevés. Ceci nous permettra de

faire de l'alignement sur des langues comme le japonais ou le chinois.