Analyse syntaxique par CKY probabiliste

Table des matières

[I. Qu'est-ce que l'algorithme CYK ? 3](#_Toc453968159)

[CYK probabiliste 4](#_Toc453968161)

[II. Réalisation du projet 4](#_Toc453968162)

[Obtenir une grammaire pour le CYK 5](#_Toc453968163)

[Le corpus SEQUOIA 5](#_Toc453968164)

[Programme d’extraction 6](#_Toc453968165)

[Mettre la grammaire en forme normale de Chomsky 7](#_Toc453968166)

[Notre implémentation du CYK 8](#_Toc453968167)

[Remettre la grammaire en forme n-aire 8](#_Toc453968168)

[III. L'évaluation 8](#_Toc453968169)

[Généralités 8](#_Toc453968170)

[Notre programme d’évaluation 8](#_Toc453968171)

[Les résultats obtenus 8](#_Toc453968172)

[IV. Manuel d'utilisation 8](#_Toc453968173)

[Lancer l’extraction de la grammaire 8](#_Toc453968174)

[Commande principale 8](#_Toc453968175)

[Options 9](#_Toc453968176)

[Aide 9](#_Toc453968177)

[Lancer le parser CYK 9](#_Toc453968178)

[Commandes principales 9](#_Toc453968179)

[Aide 10](#_Toc453968180)

[Lancer l’évaluation 10](#_Toc453968181)

[V. Annexes 10](#_Toc453968182)

[Listing des algorithmes 10](#_Toc453968183)

[ALGO INIT\_CYK 10](#_Toc453968184)

[ALGO CYK 11](#_Toc453968185)

[Bibliographie 11](#_Toc453968186)

# Qu'est-ce que l'algorithme CYK ?

## CYK classique

Notre projet consiste en l’implémentation de l’algorithme CYK probabilisé.

L’algorithme CYK tire son nom des trois individus qui l’on trouvé, Cocke, Younger et Kasami. Il s’agit d’un algorithme tabulaire d’analyse syntaxique ascendante pour les grammaires non-contextuelles. Celui-ci permet de déterminer si un mot est reconnu ou non par une grammaire, si oui, il fournit également un arbre syntaxique.

Cet algorithme demande à ce que la grammaire soit en forme normale de Chomsky. Le temps de calcul de l’algorithme est proportionnel à la taille de la grammaire et à la taille du mot à analyser.

Voici un exemple. Nous disposons d’une grammaire en forme normale de Chomsky :

S -> SN SV

SN -> D N

SV -> V SN

V -> mange

D -> la | une

N -> fille | pomme

{S, SN, SV, V, N, D} est l’ensemble des non-terminaux et {mange, la, une, fille, pomme} est l’ensemble des terminaux, c’est-à-dire nos lettres.

Nous disposons également d’un mot à parser : « la fille mange une pomme ».

Avec l’algorithme CYK, on obtiendra :

A REMPLIR AVEC LA MEME STRATEGIE QUE L’ALGO DE KORANTIN

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| La | Fille | Mange | Une | Pomme |

## CYK probabiliste

Notre objectif était d’implémenter la version probabiliste de l’algorithme présentée précédemment.

Cette version probabiliste est intéressante car elle permet de choisir le ou les meilleures analyses syntaxique (et arbres syntaxiques). En effet, lorsqu’on remplit la demi-matrice avec une grammaire un peu plus complexe que le petit exemple vu précédemment, on a souvent des cases que l’on peut remplir avec plusieurs règles différentes. Or chaque règles finira par engendrer des analyses et des arbres parfois très différents les uns des autres. Avec la version probabiliste du parseur, on peut choisir de ne garder que la (ou les) analyse les plus probables, en choisissant de remplir les cases de la demi-matrice avec la (ou les) règles qui ont une meilleure probabilité.

=> METTRE ICI un exemple avec une grammaire probabilisée et une demi matrice remplie pour comprendre le fonctionnement de la version probabiliste.

Dans notre implémentation, nous devons choisir si nous gardons seulement une règle par case (la règle avec la plus forte probabilité), ou si nous en gardons plusieurs. En décidant de garder plusieurs règles, on autorise le parseur à produire potentiellement plusieurs analyses possibles pour une même phrase. En envisageant de couvrir plusieurs (voir toutes) les analyses possibles, nous sommes plus efficaces. Mais en contrepartie, la multiplication des règles dans les cases de la demi-matrice augmente de manière exponentielle la complexité de l’algorithme.

Nous verrons dans la suite de ce documents quels choix d’implémentation ont été retenus mais également ceux qui ont été abandonnés et pourquoi.

# Réalisation du projet

Maintenant que nous avons vu ce qu’est l’algorithme CYK et sa version probabiliste, nous allons nous pencher sur notre implémentation de cet algorithme. Comme nous l’avons vu précédemment, CYK nécessite pour son fonctionnement une grammaire en forme quadratique (ou forme normale de Chomsky). Ici, comme nous souhaitons implémenter la version probabiliste, il faut en plus que chaque règle de notre grammaire ait une probabilité, c’est-à-dire qu’il nous faut une PCFG (Probabilistic Context-Free Grammar).

## Obtenir une grammaire pour le CYK

### Le corpus SEQUOIA

Pour obtenir cette grammaire, nous disposons d’un corpus contenant plus de 3 000 phrases en français. Il s’agit du corpus Sequoia composé de diverses sources (Europarl, Le Monde, Wikipédia et EMA), c’est donc un corpus aux thèmes assez variés.

Un corpus à thèmes variés est meilleur qu’un corpus sur un seul thème ou domaine. Par exemple si l’on extrait une grammaire uniquement à partir d’un corpus médical, il y aura beaucoup de productions de la langue française qui nous échapperont totalement. En effet dans ce genre de corpus scientifique, il n’y a pas de dialogues, il n’y a pas ou peu de phrases à la première ou à la seconde personne et le vocabulaire est assez particulier et restreint. Des corpus très varié permettent lors de l’apprentissage de couvrir un maximum de phénomènes de la langue dans toute sa variété.

Le corpus Séquoia nous fournit un grand ensemble de phrases au format MRG. Ce format parenthésé est très pratique pour être parsé.

Voici un exemple de phrase que l’on peut trouver dans le corpus :

((SENT (NP-SUJ (DET La) (NC tâche)) (VN (ADV ne) (V sera)) (ADV pas) (AP-ATS (ADJ aisée)) (PONCT .)))

Pour extraire une grammaire à partir de ce corpus, on doit d’abord définir quels seront nos terminaux et nos non-terminaux. Nous avons décidé que notre programme ne parsera pas des phrases de lexique mais uniquement des suites d’étiquettes syntaxiques.

Donc nos non-terminaux seront SENT, NP, VN, AP, ADV, DET, NC, V, ADJ… C’est-à-dire, toutes les étiquettes en majuscules que l’on trouve derrière une parenthèse.

Nos terminaux seront, non pas les mots de la phrase (en minuscules), mais nous transformerons ce lexique par la dernière étiquette juste avant lui. Par exemple pour « (V sera) » nous n’aurons pas de règle « V -> sera » mais plutôt une règle « V -> v ». Nos terminaux sont donc des catégories morphosyntaxiques notées en minuscules.

Sachant cela, nous pouvons dès à présent ignorer totalement les mots de lexique dans le corpus. Nous avons également décidé d’ignorer les fonctions grammaticales car elles ne sont pas primordiales pour un parseur syntaxique mais surtout parce qu’elles viendraient augmenter la taille de la grammaire et donc augmenter la complexité en temps de l’algorithme (rappelez-vous, nous avons vu dans la présentation du CYK que la complexité en temps de ce dernier est proportionnelle à la taille de sa grammaire).

### Programme d’extraction

Notre programme d’extraction de grammaire prend en entré le fichier MRG.

L’objectif étant d’obtenir en sortie une grammaire hors contexte probabilisé en forme normale de Chomsky.

La première étape du programme d’extraction consiste transformer chaque phrase en tokens et les stocker dans une liste de listes. A partir de cette liste de listes, on peut ensuite récupérer les éléments terminaux, les éléments non-terminaux ainsi que les productions.

#### Probabiliser la grammaire

Comment s’y prendre pour probabiliser nos règles de réécriture ? C’est une question sur laquelle nous avons passé du temps. Nous avions deux stratégies et nous avons dû faire un choix. Tout d’abord, nous avions pensé à probabilisé chaque règle au fur et à mesure qu’elles soient extraites. Cela nous semblait plus simple au départ. Notre idée était la suivante, chaque fois qu’on rencontre une règle :

* Si la partie gauche n’a jamais été trouvé avant, la règle vaut 1.
* Si la partie gauche a déjà été trouvé avant mais que la partie droite est nouvelle, on divise 1 par le nombre de règles vu auparavant (+1 car on vient d’en trouver une autre) et on obtient la probabilité de chaque règle partageant cette même partie gauche. Il faut alors mettre à jour toutes ces règles-là.
* Si la partie gauche a déjà été trouvée et que la partie droite aussi (c’est-à-dire qu’on a déjà rencontré cette même règle) alors on divise 1 par le nombre de règles (comme précédemment) sauf qu’ensuite on additionne les probabilités des deux règles identiques et on en supprime une. Ainsi la règle qui a été vu deux fois (ou plus) a une probabilité plus forte que les autres qui n’ont été vues qu’une seule fois.

Finalement, nous avons décidé de probabiliser chaque règles après qu’elles soient toutes extraites. En effet, cela nous évite de faire sans cesse des mises à jour des règles vues auparavant. Donc la méthode est la suivante. Pendant l’extraction des règles, on dispose de compteurs. Certains nous permettent de compter +1 chaque fois qu’on rencontre une règle parfaitement identique à une ou plusieurs règles déjà extraites. D’autres nous permettent de compter lorsque nous rencontrons une partie gauche de règle qui a déjà été extraite. Après l’extraction, nous reprenons nos compteurs afin d’attribuer les probabilités à nos règles de productions. Pour mieux comprendre ce processus, voici un exemple avec une petite grammaire :

VP -> v

VP -> v NP

VP -> v ADJ

VP -> v

On dispose de 4 règles qui ont la même partie gauche « VP » donc notre compteur de VP est à 4. Nous disposons également de 2 règles VP identiques, donc notre compteur de règles « VP -> v » est à 2.

Nous attribuons une probabilité à chacune des règles en divisant 1 par le nombre total de règles, nous obtenons donc une probabilité de 1/4 pour chaque règle.

VP -> v = 1/4

VP -> v NP = 1/4

VP -> v ADJ = 1/4

VP -> v = 1/4

Puis on additionne les probabilités de toutes les règles en double et supprime l’une des deux règles identiques pour ne plus avoir de doublons :

VP -> v = 1/4 + 1/4 = 1/2

VP -> v NP = 1/4

VP -> v ADJ = 1/4

Dans un souci de précision, nous avons choisi d’utiliser le module « fractions » pour Python pour les probabilités, et non pas des float.

### Mettre la grammaire en forme normale de Chomsky

Pour la mise en forme quadratique, nous nous sommes inspirés du papier de Leiss et Lange (voir Annexes).

Nous nous assurons d’abord qu’il n’y a aucune production epsilon (ou production vide) dans la grammaire précédemment extraite et probabilisée.

## Notre implémentation du CYK

c) On a enfin une PCFG, on peut faire fonctionner l'algorithme CYK probabiliste. Expliquer son fonctionnement. Expliquer nos choix d'implémentation (par exemple la forme de notre demi matrice, combien de règles par cases et pourquoi, qu’obtient-on en sortie ?, si on a essayé plusieurs versions il faut toutes les mettre et expliquer pourquoi on les a finalement abandonnées.

## Remettre la grammaire en forme n-aire

Pour comparer nos arbres de sortie et les arbres gold, il faut remettre nos arbres en n-aire. Car les arbres gold ne sont pas binaires.

# L'évaluation

## Généralités

- Généralités sur l’évaluation d’un parseur, formules (précision, rappel, f-score)

## Notre programme d’évaluation

- Notre évaluation (les entrées, les sorties, que fait l’algo en détail)

## Les résultats obtenus

- Nos résultats commentés

- une partie aussi sur le temps d’exécution

# IV. Manuel d'utilisation

=> Ne pas oublier de bien illustrer avec des screenshoots genre tuto.

## Lancer l’extraction de la grammaire

### Commande principale

Pour lancer l’extracteur et ainsi obtenir une grammaire à partir du corpus Sequoia, il suffit d’ouvrir un terminal, de se placer dans le dossier où se trouvent le programme et les ressources, et de taper la commande suivante :

Python extracteur.py NomDuCorpus.mrg NomGrammaire.pickle options

* NomDuCorpus.mrg : il faut remplacer par le vrai nom que porte le fichier contenant le corpus.
* NomGrammaire.pickle : Ici vous pouvez mettre le nom de votre choix (sans oublier l’extansion .pickle. Il s’agit du fichier qui sera créé et qui contiendra la grammaire alors extraite par le programme.
* Option : Vous devez remplacer ce mot par les options qui vous souhaitez (elles sont listées juste en dessous). Vous pouvez mettre les options dans n’importe quel ordre, cela n’a pas d’importance.

### Options

--pickle ou -p : Cette option sert à mettre la grammaire en format pickle. Cette option doit toujours être spécifiée car le programme actuellement ne peut extraire une grammaire que sous ce format.

--markov ou -m : Cette option sert à effectuer une markovisation sur la grammaire. Lorsqu’on utilise cette option, il faut ajouter un nombre entier derrière pour indiquer l’ordre de markovisation souhaité. Par exemple  –m 1 pour effectuer une markovisation d’ordre 1.

--nb ou -n : Cette option s’utilise comme l’option de markovisation, elle doit toujours être suivie d’un nombre entier. Elle est utile dans le cas où l’on ne souhaite pas extraire une grammaire grâce au corpus dans sa totalité mais seulement un certain nombre de phrases. On ajoute donc le nombre de phrases voulues. Par exemple  -n 500 permettra au programme de parcourir 500 phrases et d’en extraire la grammaire.

--shuffle ou –s : Cette option sert à mélanger les objets Phrases du corpus. Particulièrement utile lorsqu’on ne souhaite pas analyser tout le corpus mais que l’on ne veut pas analyser toujours les même phrases du début du fichier.

--sentences ou –y :

### Aide

Enfin, si vous avez besoin d’aide, vous pouvez utiliser cette commande dans le terminal :

Python extracteur.py –h

## Lancer le parser CYK

## Commandes principales

Pour lancer le parser CYK, il suffit de lancer l’une de ces deux commandes :

Parser.py -i phrase -g NomGrammaire.pickle

* Phrase : Remplacer ce mot par une suite d’étiquettes morpho-syntaxique que vous souhaitez parser.
* NomGrammaire.pickle : Remplacer par le nom de la grammaire que vous avez extraite avec l’extrateur.

Parser.py -f fichier -g NomGrammaire.pickle -o NomFichierSortie

* Fichier : Remplacer par le nom du fichier contenant des phrases que vous souhaitez parser.
* NomGrammaire.pickle : Remplacer par le nom de la grammaire que vous avez extraite avec l’extrateur.
* NomFichierSortie : Mettez ici le nom que vous souhaitez, ce fichier sera créé pendant le parsing et il contiendra les résultats.

## Aide

## Lancer l’évaluation

# V. Annexes

- Listing des algorithmes des programmes en pseudo code (dans leur totalité) pour l'extraction, pour le CYK et pour l’évaluation.

## Listing des algorithmes

### ALGO INIT\_CYK

| span = 1

| for (I, letter) in enumerate (len(mot)) :

| | for nt in nonTerminals :

| | | for lexical in productions(nt) :

| | | | chart[spam][i][nt] = (lexical.proba, (span, i))

| | [ Fin for

| | Fin for

| Fin for

Fin ALGO

### ALGO CYK

| Chart = defaultdict(lambda : defaultdict(int))

| for max in range (2, len(mot) +1) :

| | for min in range (max – 2, 0, -1) :

| | | for nt in nonTerminals :

| | | | best = 0

| | | | for binaire in prod-binaire-nonTerminals :

| | | | | for mid in range (min + 1, max -1) :

| | | | | | t1 = chart[min][mid][nt]

| | | | | | t2 = chart[min][max][nt]

| | | | | | candidat = t1 \* t2 \* binaire.proba

| | | | | | if candidat > best :

| | | | | | | best = (candidat, (t1.ind,t2.ind))

| | | | | | Fin if

| | | | | Fin for

| | | | | Chart[min][max][nt] = best

| | | | Fin for

| | | Fin for

| | Fin for

| Fin for

Fin ALGO

## Bibliographie

Martin LANGE & Hans LEIß, 2009, <https://www.informaticadidactica.de/index.php?page=LangeLeiss2009>

Brian E. ROARK & Richard SPROAT, *Computational Approaches to Morphology and Syntax*, Oxford University Press, 2007.

Mariana ROMANYSHYN & Vsevolod DYOMKIN, *The Dirty Little Secret of Constituency Parser Evaluation*, 2014, <http://tech.grammarly.com/blog/posts/The-Dirty-Little-Secret-of-Constituency-Parser-Evaluation.html>.

Ivan TITOV, 2000, <http://ivan-titov.org/teaching/nlmi/>