Επεξεργασία Φωνής και Φυσικής Γλώσσας

1η Εργαστήριο: Εισαγωγή στις γλωσσικές

αναπαραστάσεις

|  |  |
| --- | --- |
| Ονοματεπώνυμο | Αριθμός Μητρώου |
| Γιάννης Πιτόσκας | 03115077 |
| Αντώνης Παπαοικονόμου | 03115140 |

ΣΧΟΛΗ: ΣΗΜΜΥ

Προπαρασκευαστικό Μέρος:

Περιγραφή: Σε αυτό το μέρος της εργαστηριακής άσκησης θα γίνει χρήση FSMs (Finite-State Machines) με σκοπό την επεξεργασία γλώσσας. Ουσιαστικά, θα δημιουργήσουμε έναν ορθογράφο με την βοήθεια απλών γλωσσικών μοντέλων και απλών μετασχηματισμών.

Εκτέλεση:

Βήμα 1: Κατασκευή corpus

α) Επιλέξαμε από το project Gutenberg το βιβλίο “Around-the-World-in-80-Days-by-Jules-Verne" και το κατεβάσαμε σε plain txt μορφή.

β) Θα χρησιμοποιήσουμε  αυτά τα corpora για να εξάγουμε στατιστικά όταν χρειαστεί να κατασκευάσουμε το γλωσσικό μοντέλο. Ακόμη, καλύτερα μπορούμε να συνενώσουμε πολλά βιβλία δημιουργώντας ένα συνολικά μεγαλύτερο corpus. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορούμε να κάνουμε περισσότερο train και κατ’ επέκταση να έχουμε ακριβέστερα αποτελέσματα στην έξοδο του ορθογράφου. Ακόμη, η ένωση βιβλίων διαφορετικής θεματολογίας μας παρέχει λέξεις από διαφορετικούς τομείς και έτσι καλύπτεται μεγαλύτερη γκάμα των υπαρχόντων πεδίων, σε αντίθεση με το ένα βιβλίο που θα επικεντρωνόταν στον δικό του τύπο θέματος (πχ ένα βιβλίο φυσικής δε θα περιέχει λέξεις που αφορούν την πολιτική). Επιπλέον, η ένωση βιβλίων διαφορετικού ύφους μπορεί να μας προσφέρει και απλό-καθημερινό λεξιλόγιο και ταυτόχρονα και πιο εκλεπτυσμένο λεξιλόγιο.

Βήμα 2: Προεπεξεργασία corpus

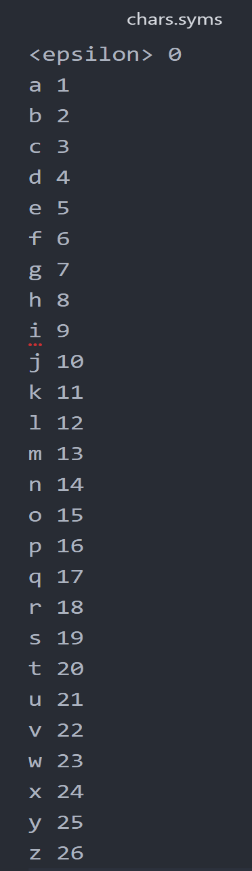
Σε αυτό το σημείο ξεκινάει η διαδικασία του preprocessing. Ουσιαστικά, στον κώδικα διαβάζουμε με μια συνάρτηση read\_file ένα txt αρχείο η οποία είναι πολυμορφική και έχει δύο μορφές με την οποία μπορεί να κληθεί:

* Με όρισμα το path του txt αρχείου και μια preprocessing συνάρτηση
* Με όρισμα μόνο το path του txt αρχείου, όπου σε αυτήν την περίπτωση χρησιμοποιείται ως default preprocessing συνάρτηση η identity\_preprocess η οποία δέχεται ένα string και επιστρέφει τον εαυτό του.

Στη συνέχεια δημιουργούμε μια συνάρτηση tokenize η οποία δέχεται ένα string και επιστρέφει μια λίστα από τις λέξεις του string σε lowercase. Ουσιαστικά, παίρνουμε το string  και αυτό που τελικά κάνουμε είναι να τα κάνουμε όλα lowercase,  να αφαιρούμε αριθμούς και σύμβολα κρατώντας μόνο τα γράμματα a-z, και να χωρίζουμε το string σε λέξης με βάση τα whitespaces (μετατρέπουμε και την αλλαγή γραμμής σε whitespace). Με αυτό το απλό tokenization θεωρούμε ουσιαστικά ότι τα tokens μας είναι οι υπάρχουσες lowercase λέξεις.

Βήμα 3: Κατασκευή λεξικού και αλφαβήτου

α) Αρχικά, δημιουργούμε μια λίστα με όλες τις διαφορετικές (unique) λέξεις (tokens) που περιέχονται στο corpus ορίζοντας έτσι ένα λεξικό για το corpus.

β) Ύστερα, δημιουργούμε μια λίστα με όλα τα διαφορετικά γράμματα που υπάρχουν στο corpus ορίζοντας έτσι το αλφάβητο του corpus.

Βήμα 4: Δημιουργία συμβόλων εισόδου/εξόδου

Φτιάχνουμε μια συνάρτηση syms με την οποία πρακτικά αυτό που θέλουμε να πετύχουμε είναι να αντιστοιχίσουμε κάθε χαρακτήρα του αλφαβήτου καθώς και το <epsilon> σε ένα αύξων id που λειτουργεί ως ακέραιος index του αντίστοιχου χαρακτήρα. Ταξινομούμε το αλφάβητο μας ώστε να έχουμε τους χαρακτήρες σε μορφή {a, b, c, … , z} με μήκος αλφαβήτου ≤ 26, ώστε να είναι κατά σύμβαση όπως είναι η σειρά των γραμμάτων στο πραγματικό αλφάβητο. Ουσιαστικά, η συνάρτησή μας παίρνει ως όρισμα τη λίστα με το αλφάβητο του corpus και στη συνέχεια ανοίγει ένα αρχείο char.syms.txt στο οποίο έχουμε δύο στήλες, στην πρώτη γράφουμε τον χαρακτήρα και δίπλα τον αύξοντα ακέραιο index στον οποίο αντιστοιχεί θέτοντας ως index του <epsilon> το 0 όπως ζητείται στην εκφώνηση, και ύστερα αντιστοιχίζουμε κάθε γράμμα του αλφαβήτου στον κάθε φορά επόμενο ακέραιο αριθμό όπως φαίνεται δίπλα:

Βήμα 5: Κατασκευή μετατροπέων FST

Για τον ορθογράφο μας θα γίνει χρήση μετατροπέων οι οποίοι θα βασίζονται στην απόσταση Levensthein χρησιμοποιώντας 3 τύπους επεξεργασίας πάνω σε μία λέξη:

* Insert
* Delete
* Replace

Σε κάθε λογής επεξεργασία αντιστοιχεί και ένα κόστος. Σύμφωνα με τις οδηγίες της εκφώνησης θεωρούμε κόστος w = 1 για κάθε πιθανό edit.

α) Κατασκευάσαμε, λοιπόν, τον ζητούμενο μετατροπέα με μία κατάσταση που υλοποιεί την απόσταση Levensthein εφαρμόζοντας τις ακόλουθες αντιστοιχίσεις. Έστω char1, char2 ∈ {alphabet}∪{<epsilon>} με char1 ≠ char2 τότε οι αντιστοιχίσεις είναι οι εξής:

* w(char1, char1) = 0 (no edit)
* w(char1, char2) = 1 αφού:
  + - Insert = <epsilon> σε char1 με char1 ≠ <epsilon>
    - Delete = char1 σε <epsilon> με char1 ≠ <epsilon>
    - Replace = char1 σε char2 με char1, char2 ≠ <epsilon>

Στην περίπτωση μας οι αντιστοιχίσεις φαίνονται στο παρακάτω grid αντιστοίχισης:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| From\To | <e> | a | b | c | d | e | f | g | h | i | j | k | l | m | n | o | p | q | r | s | t | u | v | w | x | y | z |
| <e> | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| a | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| b | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| c | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| d | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| e | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| f | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| g | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| h | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| i | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| j | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| k | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| l | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| m | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| n | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| o | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| p | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| q | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| r | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| s | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| t | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| u | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| v | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| w | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| x | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| y | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| z | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

Έστω τώρα ότι δίνουμε στον μετατροπέα μας μια λέξη ως είσοδο, το shortest path με βάση την παραπάνω αντιστοίχιση θα ήταν να υπάρχει η λέξη αυτούσια και επομένως να μην κάνουμε κανένα edit, δηλαδή συνολικό βάρος W = 0. Η αμέσως επόμενη περίπτωση είναι να υπάρχει λέξη που απέχει από αυτήν της εισόδου μονάχα κατά ένα insert ή ένα delete ή ένα replace, δηλαδή συνολικό βάρος W = 1. Και συνεχίζουμε έτσι για W = 2, 3, 4, …

β) Ωστόσο, αυτός ο τρόπος ανάθεσης των βαρών για κάθε edit είναι αρκετά αφελής καθώς θεωρούμε όλα τα edits ίσου βάρους πράγμα που σημαίνει ότι θεωρούμε όλα τα δυνατά edits ισοπίθανα. Αν είχαμε στη διάθεση μας ότι δεδομένα θέλαμε, θα υπολογίζαμε τα βάρη με τελείως διαφορετικό τρόπο. Είναι σημαντικό να λάβω υπόψη μου τη συχνότητα εμφάνισης κάθε χαρακτήρα στο λεξικό, έτσι ώστε να έχω εικόνα για την πιθανότητα εμφάνισης ενός χαρακτήρα του αλφαβήτου σε μια λέξη του λεξικού. Μια άποψη, επίσης, θα ήταν, αν παίρναμε για παράδειγμα τη μετάβαση από ‘g’ σε ‘a’ να υπολογίζαμε ποια είναι η πιθανότητα να πρέπει να αλλάξουμε ένα ‘g’ με ‘a’ που θα μπορούσε να παραπέμπει στην δεσμευμένη πιθανότητα να έχω ως έναν χαρακτήρα μιας λέξης το ‘a’ δεδομένου ότι δεν είναι ‘g’. Έτσι θα υπολογίζαμε στη συνέχεια το βάρος ως τον αρνητικό λογάριθμο της πιθανότητας αυτής (καθώς και της εκάστοτε πιθανότητας).

Βήμα 6: Κατασκευή αποδοχέα λεξικού

α) Σ’ αυτό το βήμα θέλουμε να φτιάξουμε έναν αποδοχέα με μια αρχική κατάσταση που αποδέχεται μια λέξη όταν αυτή ανήκει στο λεξικό. Ουσιαστικά, η ιδέα είναι η εξής:

Φτιάχνουμε ένα κοινό file το οποίο περιέχει την περιγραφή για το εκάστοτε FST που αντιστοιχεί στην κάθε λέξη. Ουσιαστικά, πρόκειται για ένα FST με αποδεκτές καταστάσεις τα tokens του corpus. Ωστόσο, πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τις τρεις συναρτήσεις που θα αναλυθούν στη συνέχεια, προκειμένου να αφαιρεθούν οι <epsilon> μεταβάσεις, να αποκτηθεί ο ντετερμινιστικός χαρακτήρας αποβάλλοντας μη-ντετερμινιστικές συμπεριφορές και να ελαχιστοποιηθεί ο αριθμός μεταβάσεων και καταστάσεών του.

β) Στη συνέχεια χρησιμοποιήσαμε τις δοθείσες συναρτήσεις fstrmepsilon, fstdeterminize, fstminimize για να βελτιστοποιήσουμε το μοντέλο.

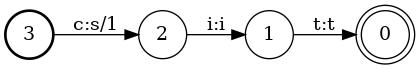
* Η fstrmepsilon ουσιαστικά παίρνει ένα FST και κατασκευάζει ένα ισοδύναμό του χωρίς input/output <epsilon> μεταβάσεις.
* Η fstdeterminize παίρνει ένα FST και κατασκευάζει ένα ντετερμινιστικό ισοδύναμό του στο οποίο, δηλαδή δεν υπάρχει κατάσταση από την οποία να μπορείς να μεταβείς με το ίδιο στοιχείο εισόδου σε παραπάνω από μία άλλες κατάστασεις.
* Η fstminimize παίρνει ένα FST και κατασκευάζει ένα ελαχιστοποιημένο ισοδύναμο του ελαχιστοποιώντας και τον αριθμό των καταστάσεων αλλά και τον αριθμό των μεταβάσεων.

Βήμα 7: Κατασκευή ορθογράφου

α) Κάνοντας χρήση της fstcompose συνθέτουμε τον acceptor που φτιάξαμε προηγουμένως με τον μετατροπέα Levenshtein transducer και προκύπτει το παρακάτω διάγραμμα:

1. Όταν όλα τα edits είναι ισοβαρή άρα και ισοπίθανα σημαίνει πως δε θα λαμβάνεται καθόλου υπόψη η συχνότητα εμφάνισης των χαρακτήρων, ή αλλιώς η ύπαρξη διαφοροποιήσεων μεταξύ των βαρών ώστε να χρησιμοποιείται ουσιωδώς το κριτήριο δυναμικού προγραμματισμού για τις ελάχιστες δυνατές μετατροπές στην λέξη εισόδου. Για διαφορετικά, βάρη αλλάζει κατ’ αρχάς τελείως η αναδρομική σχέση της απόστασης Levenshtein και η επίλυση της πλέον γίνεται απολύτως παραμετρική καθιστώντας την έτσι και πιο ευέλικτη, καθώς θα τείνουμε να κινηθούμε στα μικρότερα κόστη, δηλαδή στην μεγαλύτερη πιθανότητα.

Όταν δίνουμε μια λέξη ως είσοδο στον min edit spell checker αναμένουμε να δίνει ως έξοδο την λέξη που αντιστοιχεί στο μικρότερο βάρος από edits. Η ελάχιστη περίπτωση είναι το συνολικό βάρος να είναι μηδενικό, γεγονός που σημαίνει ότι η λέξη που δόθηκε στην είσοδο είναι αναγνωρίσιμη και σωστή επομένως δεν αλλάζει τίποτα. Αν η λέξη δεν είναι αποδεκτή, τότε επιστρέφει στην έξοδο την λέξη από το λεξικό η οποία απέχει το μικρότερο edit distance από την λέξη της εισόδου, δηλαδή αυτή με το μικρότερο συνολικό βάρος. Στην περίπτωση του ερωτήματος, λοιπόν, με είσοδο την λέξη “cit”, αναμένουμε ο ορθογράφος μας να επιστρέψει κάτι του τύπου: “cut”, “cat”, “sit”, “city”, κλπ , δηλαδή λέξεις που έχουν edit distance = 1 σε σχέση με τη λέξη εισόδου, δεδομένου βέβαια ότι οι λέξεις αυτές υπάρχουν στο λεξικό μας. Δίνοντας λοιπόν είσοδο στον ορθογράφο μας τη λέξη “cit” παρατηρούμε ότι πράγματι μας επιστρέφει την λέξη “sit”, μια λέξη από την οποία όντως απέχει edit distance = 1.



Βήμα 8: Αξιολόγηση ορθογράφου

Χρησιμοποιήσαμε για το evaluation τυχαία 20 από τις λέξεις του spell\_checker\_test\_set:

https://raw.githubusercontent.com/georgepar/python-lab/master/spell\_checker\_test\_set

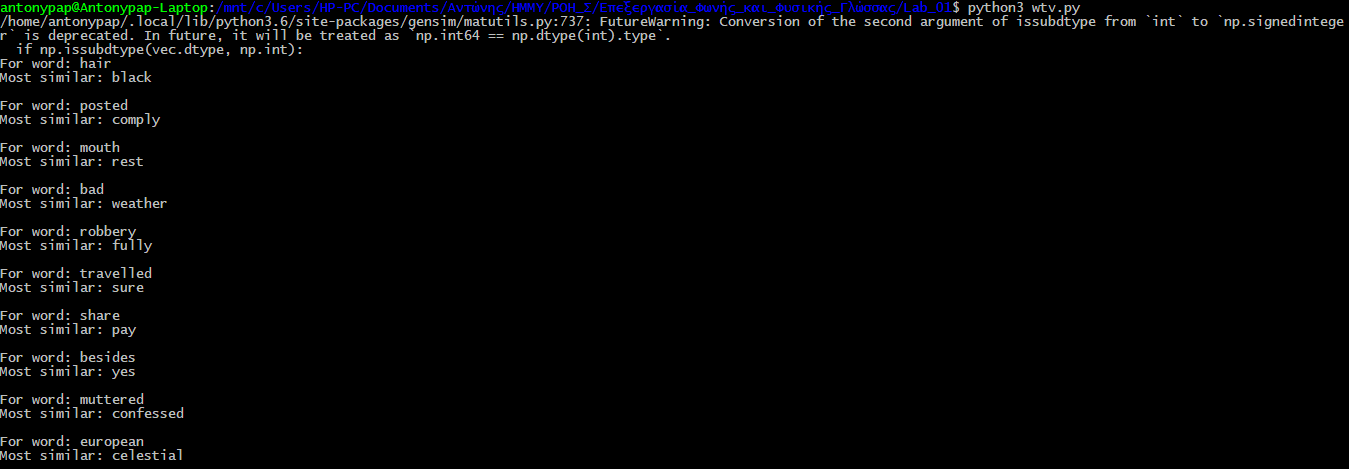
Παρακάτω φαίνονται αντίστοιχα οι συμβολοσειρές που δόθηκαν ως είσοδος στον ορθογράφο, η αναμενόμενη έξοδος και η πραγματική έξοδος του ορθογράφου:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Input string** | **Expected Output string** | **Real Output string** | **Real == Expected** |
| leval | level | level | ✔ |
| problam | problem | problem | ✔ |
| beetween | between | between | ✔ |
| aranged | arranged | arranged | ✔ |
| receit | receipt | recent |  |
| biult | built | bill |  |
| totaly | totally | total |  |
| undersand | understand | understand | ✔ |
| southen | southern | southern | ✔ |
| fisited | visited | visited | ✔ |
| usefull | useful | useful | ✔ |
| recieve | receive | receive | ✔ |
| sorces | sources | forces |  |
| muinets | minutes | mines |  |
| acess | access | access | ✔ |
| extreamly | extremely | extremely | ✔ |
| experance | experience | experience | ✔ |
| cirtain | certain | curtain |  |
| diffrent | different | different | ✔ |
| dirven | driven | driven | ✔ |

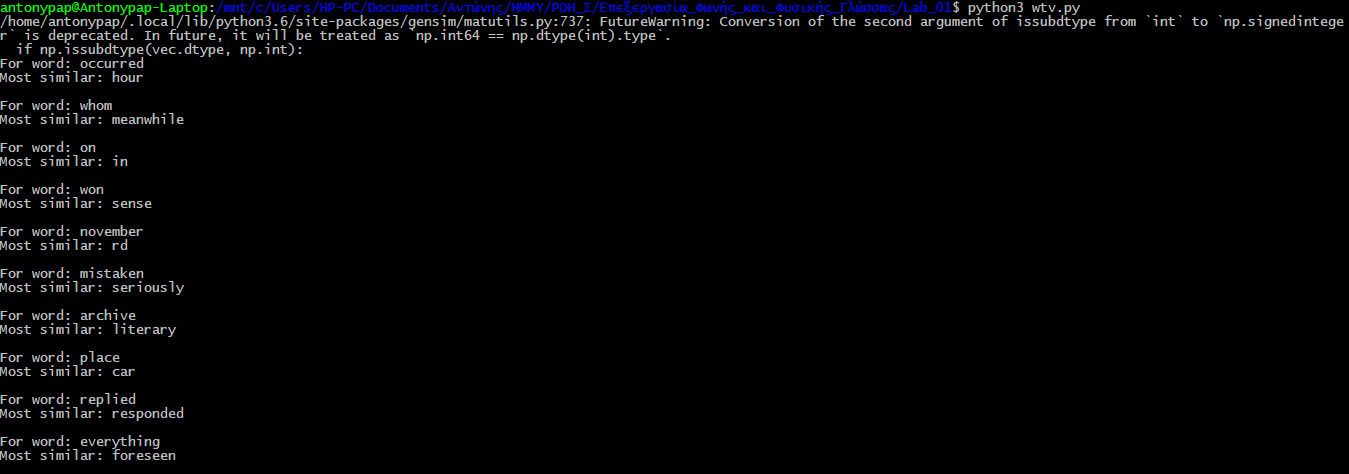
Παρατηρούμε ότι αρκετές από τις εισόδους μας επέστρεψαν ως έξοδο την αναμενόμενη. Όσον αφορά τώρα τις εξόδους που ήταν διαφορετικές απο τις αναμενόμενες, με την υλοποίηση που έχουμε κάνει είναι λογικό, καθώς εμφανίζει μια από τις λέξεις με το μικρότερο edit distance στο λεξικό. Για παράδειγμα Levenshtein\_distance(muinets, mines) = 2 , ενώ Levenshtein\_distance(muinets, minutes) = 3 (δεδομένων των βαρών κάθε edit να είναι σταθερό και ίσο με 1), επομένως προφανώς και θα κρατήσει τη λέξη mines ως output. Επίσης, όταν βρεί δύο λέξεις στο λεξικό με ίδιο Levenshtein distance θα επιλέξει μια από αυτές χωρίς κάποιο επιπλέον κριτήριο (όπως ορ η εσωτερική υλοποίηση της συνάρτησης fstshortestpath του OpenFst).

Βήμα 9: Εξαγωγή αναπαραστάσεων word2vec

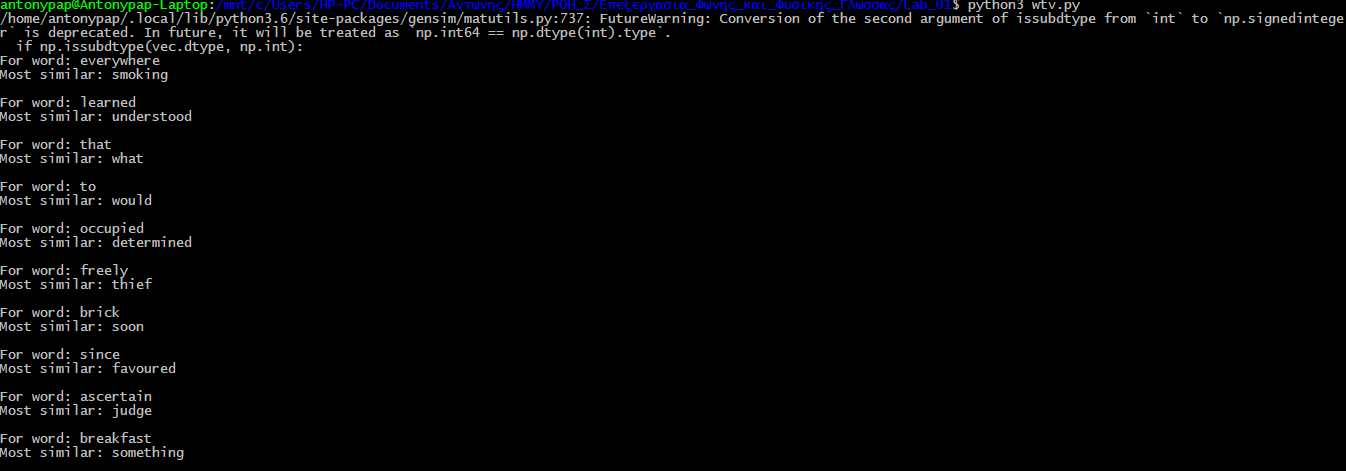
α) Δημιουργούμε τα tokenized sentences που θα χρησιμοποιηθούν στο word2vec και στο training.

β) Παίρνουμε window = 5 και epochs = 1000. Γενικά, όσον αφορά την αριθμό των epochs πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί, καθώς χαμηλός αριθμός epochs ενδέχεται να δημιουργήσει underfitting, μεγάλος αριθμός ενδέχεται να δημιουργήσει overfitting, επιθυμούμε κάτι ενδιάμεσο για να έχουμε optimal. Γενικά, αυτό που πρέπει να συμβαίνει για να έχουμε optimal είναι η συνάρτηση απόφασης να είναι μια σχετικά απλή συνάρτηση, αλλά δεν μπορούμε να ξέρουμε τον αριθμό των epochs ώστε να έχουμε optimal λύση, αλλά ουσιαστικά εξαρτάται από το πόσο διαφορετικά είναι τα δεδομένα μας.

γ) Παρατηρήσαμε ότι τα μεγαλύτερα παράθυρα τείνουν να καταγράφουν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το θέμα και τον τομέα που αφορά η λέξη, καθώς και ποιες άλλες λέξεις χρησιμοποιούνται σε σχετικές συζητήσεις καθώς θα μπορούσε να γίνει αντιληπτή και μια μεταφορική έννοια. Όταν το παράθυρο ήταν μικρότερο έτεινε να συλλάβει περισσότερα για την ίδια τη λέξη καθώς και για το ποιες λέξεις είναι παρόμοιες γι’ αυτό είναι χρησιμότερο σε περίπτωση που αναζητούμε κοντινές σημασιολογικά λέξεις ή και συνώνυμες).

Για window = 10 και epochs = 1000:

Παρατηρήσαμε σε αυτήν την περίπτωση πως αυξάνοντας τα epochs είχαμε κάπως καλύτερα σημασιολογικά αποτελέσματα, και αυτό ενδεχομένως να οφείλεται στο πόσο πολυποίκιλα είναι τα δεδομένα μας.

Για window = 5 και epochs = 2000:

\

Γενικά, να σημειώσουμε ότι δε μπορούμε να έχουμε πολλές προσδοκίες από το μοντέλο μας, καθώς το έχουμε εκπαιδεύσει μόνο πάνω σε ένα βιβλίο.

Μέρος 1: Ορθογράφος

Βήμα 10: Εξαγωγή στατιστικών

α) Κατασκευάσαμε ένα λεξικό που δέχεται ως keys μια λέξη του λεξιλογίου και ως value την πιθανότητα εμφάνισης του όπου ως πιθανότητα εμφάνισης μιας λέξης ορίσαμε το πλήθος εμφανίσεων της λέξης στο corpus προς το πλήθος όλων των λέξεων του corpus.

β) Κατασκευάσαμε ένα λεξικό που δέχεται ως keys ένα χαρακτήρα του αλφαβήτου μας και ως value την πιθανότητα εμφάνισης του όπου ως πιθανότητα εμφάνισης ενός χαρακτήρα ορίσαμε το πλήθος εμφανίσεων του χαρακτήρα στο corpus προς το πλήθος όλων των χαρακτήρων του corpus.

Βήμα 11: Κατασκευή μετατροπέων FST

Word Level:

Μέχρι προηγουμένως είχαμε σε κάθε edit βάρος ίσο με 1. Τώρα αλλάζουμε το βάρος των edits σε w κοινό για όλα τα edits βέβαια πάλι, όπου ορίζουμε ως w τη μέση τιμή των βαρών του word level που κατασκευάσαμε στο Βήμα 10α. Τώρα, η ερώτηση είναι τι ορίζουμε ως βάρος για μία λέξη. Ορίζουμε ως βάρος για μία λέξη, τον αρνητικό λογάριθμο (με βάση 2) της πιθανότητας εμφάνισης της, δηλαδή: Υπολογίζουμε, λοιπόν, το άθροισμα όλων αυτών των βαρών και το διαιρούμε με το μέγεθος του λεξιλογίου μας και παίρνουμε το ζητούμενο w. Έπειτα, κατασκευάζουμε τον μετατροπέα μας όμοια με το Βήμα 5, με τη μόνη διαφορά ότι τώρα δεν έχουμε μοναδιαίο βάρος, αλλά βάρος w.

Character Level:

Επαναλαμβάνουμε για το unigram γλωσσικό μοντέλο του Βήματος 10β για να υπολογίσουμε ένα άλλο βάρος w κοινό πάλι για όλα τα edits. Δηλαδή, ορίζουμε ως w τη μέση τιμή των βαρών του character level που κατασκευάσαμε στο Βήματος 10β. Ορίζουμε, αντίστοιχα με προηγουμένως, ως βάρος για έναν χαρακτήρα, τον αρνητικό λογάριθμο (με βάση 2) της πιθανότητας εμφάνισης του, δηλαδή: Υπολογίζουμε, λοιπόν, το άθροισμα όλων αυτών των βαρών και το διαιρούμε με το μέγεθος του αλφαβήτου μας και παίρνουμε το ζητούμενο w. Έπειτα, κατασκευάζουμε τον μετατροπέα μας όμοια με το Βήμα 5, με τη μόνη διαφορά ότι τώρα δεν έχουμε μοναδιαίο βάρος, αλλά βάρος w.

Ωστόσο, και οι δύο αυτοί τρόποι ανάθεσης των βαρών για κάθε edit είναι αρκετά αφελείς, καθώς θεωρούμε όλα τα edits ίσου βάρους πράγμα που σημαίνει ότι θεωρούμε όλα τα δυνατά edits ισοπίθανα. Ακόμη, αν όλες οι αλλαγές έχουν το ίδιο βάρος, όπως συμβαίνει και στις δύο αυτές περιπτώσεις, μια έξοδος που είχε βάρος c στον προηγούμενο μετατροπέα του Βήματος 5, σε καθέναν από τους δύο καινούριους απλά θα έχει c⋅w. Δεν εισάγουμε, δηλαδή, κάποια προτίμηση στο ποια γράμματα αλλάζουμε και με ποια πράξη. Αυτός, λοιπόν ο τρόπος φαίνεται ότι είναι ένας ακόμη αφελής τρόπος για να φέρεις τα βάρη των edits στην ίδια τάξη μεγέθους με τα βάρη του γλωσσικού μοντέλου. Για παράδειγμα, αν τα βάρη στο word level language model είναι σε μια πολύ μεγάλη κλίμακα και τα βάρη των edits σε μια πολύ μικρή κλίμακα, τότε απλά θα αγνοούταν ο Levenshtein και θα υπολογίζα την πιο συχνά εμφανιζόμενη λέξη.

Αν είχαμε στη διάθεση μας ότι δεδομένα θέλαμε, θα υπολογίζαμε τα βάρη με τελείως διαφορετικό τρόπο. Παρουσιάσαμε μία ιδέα στο Βήμα 5β. Μια άλλη ιδέα βέβαια θα ήταν να λαμβάναμε υπόψη την γλώσσα στην οποία καλούμαστε να χρησιμοποιήσουμε τον ορθογράφο για να εφαρμόσουμε κάποια φωνολογικά κριτήρια. Για παράδειγμα, σε μια γλώσσα που ξέρουμε ότι είναι πιο πιθανό να εμφανίζεται ένα φωνήεν μετά ή πριν από ένα σύμφωνο (όπως συμβαίνει συνήθως) θα μπορούσαμε να φτιάξουμε με αυτή τη λογική τα βάρη. Ακόμη, στην περίπτωση που καλούμασταν να κάνουμε ορθογραφική διόρθωση σε ένα κείμενο, το οποίο έχει σωστές λέξεις και λάθος γραμμένες λέξεις, θα μπορούσε να ληφθεί υπόψην και ο σημασιολογικός χαρακτήρας των λέξεων. Για παράδειγμα, μια λάθος γραμμένη λέξη θα μπορούσε να διορθωθεί με βάρη που θα έχουν κάποια αντιστοιχία με τον σημασιολογικό χαρακτήρα των γειτονικών της σωστών λέξεων ώστε να βρίσκονται, όσο είναι δυνατόν, στο ίδιο context.

Βήμα 12: Κατασκευή γλωσσικών μοντέλων

Word Level

Μέχρι προηγουμένως είχαμε έναν αποδοχέα με μια αρχική κατάσταση που απλά αποδεχόταν μια λέξη έχοντας μηδενικό βάρος σε όλες τις ακμές. Αυτή τη φορά η αποδοχή μιας λέξης θα σχετίζεται με ένα βάρος, το οποίο θα είναι ίσο με τον αρνητικό λογάριθμο (με βάση 2) της πιθανότητας εμφάνισης της όπως την έχουμε ορίσει στο Βήμα 10α. Η αναπαράσταση στο FSA για μια λέξη word που αποτελείται από Ν χαρακτήρες θα είναι Ν+1 κορυφές και Ν ακμές όπου η πρώτη ακμή θα έχει βάρος το βάρος της λέξης word όπως το ορίσαμε στην προηγούμενη πρόταση και οι υπόλοιπες N-1 ακμές θα έχουν μηδενικό βάρος. Στην συνέχεια ακολούθουμε για αυτόν τον αποδοχέα την ίδια στρατηγική με τον Βήμα 6 και καλούμε τις συναρτήσεις fstrmepsilon, fstdeterminize, fstminimize για να βελτιστοποιήσουμε το μοντέλο.

Character Level

Επαναλαμβάνουμε για το unigram γλωσσικό μοντέλο με λίγο διαφορετική λογική. Για την αποδοχή μιας λέξης word με Ν χαρακτήρες έχουμε ένα FSA με Ν+1 κορυφές και Ν ακμές, όπου τώρα για κάθε i η i-οστή ακμή έχει βάρος ίσο με τον αρνητικό λογάριθμο (με βάση 2) της πιθανότητας εμφάνισης του i-οστού χαρακτήρα όπως την έχουμε ορίσει στο Βήμα 10β. Το άθροισμα όλων αυτών των βαρών είναι το συνολικό βάρος που αντιστοιχεί στην αποδοχή αυτής της λέξης. Στην συνέχεια ακολούθουμε πάλι και για αυτόν τον αποδοχέα την ίδια στρατηγική με τον Βήμα 6 και καλούμε τις συναρτήσεις fstrmepsilon, fstdeterminize, fstminimize για να βελτιστοποιήσουμε το μοντέλο.

Βήμα 13: Κατασκευή ορθογράφων

Παίρνω τους αντίστοιχους μετατροπείς και αποδοχείς και κατασκευάζω τους δύο ορθογράφους που ζητούνται για το word level μοντέλο και unigram μοντέλο αντίστοιχα.

Ένα παράδειγμα αμφίσημης διόρθωσης για τους δύο ορθογράφους είναι για την λέξη receit. Το word level μοντέλο δίνει receit → receipt ενώ το unigram μοντέλο δίνει receit → recent. Ουσιαστικά, αυτοί οι δύο ορθογράφοι σε σχέση με τον αρχικό που είχαμε κατασκευάσει ορίζουν στις περισσότερες περιπτώσεις μοναδική επιλογή λέξης όταν προκύπτουν δύο ή περισσότερες αποδεκτές λέξεις με ίδιο edit distance με το string εισόδου.

Βήμα 14: Αξιολόγιση των ορθογράφων