ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ - ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

Τομέας: Ηλεκτρονικής και Υπολογιστών
Εργαστήριο: Διαδραστικών Τεχνολογιών

Διπλωματική Εργασία

του φοιτητή του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Πατρών

Παρασκευά Πετσανά του Αδαμαντίου

Αριθμός μητρώου: 1046875

Θέμα

Αυτόματη αναγνώριση και διόρθωση γλώσσας πληκτρολόγησης σε δίγλωσσα πληκτρολόγια

Automatic detection and correction of mode errors in dual-language keyboards

Επιβλέπων

Καθηγητής Αβούρης Νικόλαος

Αριθμός Διπλωματικής Εργασίας:

Πάτρα, Ιούλιος 2020

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Πιστοποιείται ότι η διπλωματική εργασία με θέμα

Αυτόματη αναγνώριση και διόρθωση γλώσσας πληκτρολόγησης σε δίγλωσσα πληκτρολόγια

του φοιτητή του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών

Παρασκευά Πετσανά του Αδαμαντίου
(Α.Μ.: 1046875)

παρουσιάστηκε δημόσια και εξετάστηκε στο τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών στις

__/__/____

Ο Επιβλέπων

Ο Διευθυντής του Τομέα

Αβούρης Νικόλαος
Καθηγητής

Παλιουράς Βασίλης
Καθηγητής

Στοιχεία διπλωματικής εργασίας

Θέμα: **Αυτόματη αναγνώριση και διόρθωση γλώσσας πληκτρολόγησης σε δίγλωσσα πληκτρολόγια**

Φοιτητής: **Παρασκευάς Πετσανάς του Αδαμαντίου**
Ομάδα επίβλεψης
Καθηγητής Αβούρης Νικόλαος
Ε.Δ.Ι.Π. Σιντόρης Χρήστος
Εργαστήρια
Διαδραστικών Τεχνολογιών

Η εργασία αυτή γράφτηκε στο XƎLaTeX και χρησιμοποιήθηκε η γραμματοσειρά Libertinus.

Περίληψη

Σε αυτή την διπλωματική εργασία μελετάται το φαινόμενο των σφαλμάτων διάταξης στους Έλληνες χρήστες υπολογιστή και προτείνεται και αξιολογείται μέθοδος για την αντιμετώπιση του. Σχεδόν όλοι οι Έλληνες χρήστες χρησιμοποιούν δύο διατάξεις πληκτρολογίου, την ελληνική και την αγγλική. Πολλές φορές οι χρήστες αυτοί πληκτρολογούν λέξεις με την λανθασμένη διάταξη. Αυτή η κατάσταση είναι ενοχλητική και οδηγεί σε σφάλματα με αποτέλεσμα να επηρεάζει την συνολική εμπειρία πληκτρολόγησης του χρήστη.

Αρχικά παρατίθενται το θεωρητικό πλαίσιο, έρευνες που έχουνε γίνει πάνω σε αυτό το πεδίο και σχετικές εφαρμογές που μπορούν να υποστηρίξουν τον χρήστη. Στην συνέχεια προτείνεται μέθοδος για την αντιμετώπιση του φαινομένου και σχεδιάζεται μια εφαρμογή με σκοπό να μελετηθεί το φαινόμενο αυτό στους Έλληνες χρήστες και να μετρηθεί η αποτελεσματικότητα της μεθόδου. Τέλος, μετά από μελέτη με χρήστες, σχολιάζονται τα αποτελέσματα που εξήχθησαν και γίνεται αξιολόγηση της εφαρμογής και του βαθμού στον οποίο πραγματικά υποστήριξε τους χρήστες.

Η μελέτη χρηστών, με 24 συμμετέχοντες, έδειξε πως το το πρόβλημα είναι υπαρκτό στους Έλληνες χρήστες και επηρεάζει την αλληλεπίδρασή τους με τον υπολογιστή. Η μελέτη έδειξε επίσης πως η μέθοδος που προτείνεται είναι αποτελεσματική στη αντιμετώπιση των σφαλμάτων διάταξης και στην αυτόματη διόρθωσή τους και συνεπώς είναι ικανή να βελτιώσει την εμπειρία πληκτρολόγησης των χρηστών.

Τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για περαιτέρω μελέτη αυτού του φαινομένου σε μελλοντικές έρευνες.

Λέξεις κλειδιά: Διάταξη πληκτρολογίου, Σφάλμα πληκτρολόγησης, Σφάλμα διάταξης πληκτρολογίου, Αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή

Abstract

In this dissertation, the phenomenon of mode errors in Greek computer users is studied and a method for dealing with it is proposed and evaluated. Almost all Greek users use two keyboard layouts, Greek and English. Many times these users type words in the wrong mode. This situation is annoying and affects the overall user typing experience.

First, the theoretical framework, the research that has been done in this field, and relevant applications that can support the user are presented. Then a method is proposed to deal with the phenomenon and an application is designed in order to study it in Greek users and to measure the effectiveness of the method. Finally, the results obtained are commented and the application is evaluated and the degree to which it actually supported the users.

The user study, with 24 participants, showed that the problem exists in Greek users and affects their interaction with the computer. The study also showed that the proposed method is effective in dealing with mode errors and is, therefore, able to improve the user typing experience.

The results of this work can be used to further study this phenomenon in future research.

Keywords: Keyboard layout, Typing error, Keyboard layout error, Human-computer interaction

Ευχαριστίες

Όσο κι αν φαίνεται σαν ατομική δουλειά η παρούσα εργασία, στην πραγματικότητα βοήθησαν αρκετοί άνθρωποι (ο καθένας με το δικό του τρόπο) για να ολοκληρωθεί.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κο Σιντόρη Χρήστο, για την υποστήριξη, την κατανόηση και το χρόνο που αφιέρωσε προκειμένου να φέρω εις πέρας τόσο το πρακτικό κομμάτι όσο και τη συγγραφή της Διπλωματικής μου εργασίας, για το άψογο κλίμα συνεργασίας, καθώς και για τις πάρα πολλές γνώσεις που μου έχει μεταδώσει.

Στη συνέχεια, ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον καθηγητή, στο Εργαστήριο Διαδραστικών Τεχνολογιών, του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών, κο Αβούρη Νικόλαο, για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με τη συγκεκριμένη εργασία.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω και σε όλους τους συμμετέχοντες του πειράματος που διεξήχθη στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής, χωρίς την συμβολή των οποίων δεν θα ήταν δυνατή η ολοκλήρωσή της.

Τέλος ευχαριστώ εγκάρδια την οικογένειά μου, που βρίσκεται δίπλα μου σε κάθε μου βήμα.

Πετσανάς Παρασκευάς,

Ιούλιος 2020

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κατάλογος Σχημάτων **xvii**

Κατάλογος Πινάκων **xix**

1 Εισαγωγή **3**

1.1 Σκοπός διπλωματικής εργασίας 3

1.1.1 Στόχοι διπλωματικής εργασίας 3

1.2 Μεθοδολογία 3

1.3 Δομή διπλωματικής εργασίας 4

2 Θεωρητικό Πλαίσιο-Βιβλιογραφική Ανασκόπηση **5**

2.1 Εισαγωγή 5

2.2 Σφάλματα διάταξης πληκτρολογίου 6

2.3 Εντοπισμός σφαλμάτων διάταξης πληκτρολογίου 7

2.4 Αναπαράσταση ελληνικής γλώσσας με λατινικό αλφάβητο 8

2.4.1 ΕΛΟΤ 743 (ISO 843) 8

2.4.2 Greeklish 10

2.5 Τρόποι αντιμετώπισης σφάλματος διάταξης πληκτρολογίου 11

2.5.1 Μέθοδος αυτόματης αλλαγής διάταξης πληκτρολογίου και διόρθωσης σφαλμάτων διάταξης 11

2.5.2 TypeAny 12

2.5.3 Μέθοδος Auto-Switch 13

2.5.4 Μέθοδος Preview 14

2.5.5 Μέθοδος Smart-Toggle 15

2.5.6 Μέθοδος Preview & Smart-Toggle 16
2.6 Άλλοι τρόποι παροχής ανάδρασης 16
2.6.1 Ηχητική ανάδραση 17
2.6.2 Κιναισθητική ανάδραση 18
2.7 Λογισμικά διόρθωσης σφαλμάτων διάταξης πληκτρολογίου 19
2.7.1 LayoutFix 19
2.7.2 LangOver 19
2.7.3 PuntoSwitcher 20
2.7.4 Keyboard Ninja 20
2.7.5 Key Switcher 20
2.7.6 Google Translate 20
2.8 Συζήτηση μεθόδων 22

3 Σχεδίαση και Υλοποίηση εφαρμογής 23
3.1 Εισαγωγή 23
3.2 Στόχος και προδιαγραφές εφαρμογής 23
3.3 Αλληλεπίδραση με τον τελικό χρήστη 25
3.4 Χάρτης πλοήγησης 27
3.5 Σενάρια χρήσης εφαρμογής 28
3.5.1 Σενάριο χρήσης 1 28
3.5.2 Σενάριο χρήσης 2 28
3.5.3 Σενάριο χρήσης 3 29
3.5.4 Σενάριο χρήσης 4 30
3.5.5 Σενάριο χρήσης 5 30
3.6 Περιγραφή λεξικού εφαρμογής 30
3.7 Σχεδίαση γραφικής διεπαφής 32
3.7.1 Βασική γραφική διεπαφή 32
3.7.2 Διεπαφή εισαγωγής νέας λέξης 35
3.7.3 Διεπαφή αποστολής συλλεγμένων δεδομένων 35
3.8 Καταστάσεις εφαρμογής 35
3.9 Αρχιτεκτονική της εφαρμογής 37
3.10 Διάγραμμα ροής εφαρμογής 37
3.11 Διαδικασία καταγραφής εισαγόμενων στοιχείων από το πληκτρολόγιο 40
3.12 Τρόποι εντοπισμού σφάλματος διάταξης 42
3.12.1 Περιορισμοί της αναγνώρισης λέξης με τερματικούς χαρακτήρες 43
3.13 Τρόπος αντιμετώπισης σφάλματος διάταξης 44

3.13.1 Διαδικασία μετατροπής λέξης στην εναλλακτική διάταξη πληκτρολογίου . . . 45
3.13.2 Διαδικασία ανίχνευσης σφάλματος διάταξης . . . 47
3.13.3 Διαδικασία διόρθωσης σφάλματος διάταξης . . . 49
3.13.4 Σίγαση αυτόματης διόρθωσης . . . 50
3.14 Λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε . . . 51
3.14.1 Λογισμικό ανάπτυξης εφαρμογής . . . 51
3.14.2 Λογισμικό ανάλυσης δεδομένων . . . 52
3.14.3 Λογισμικό συγγραφής . . . 52
3.15 Βιβλιοθήκες . . . 52
3.15.1 Ενσωματωμένες βιβλιοθήκες . . . 53
3.15.2 Εξωτερικές βιβλιοθήκες της Python . . . 54
3.16 Περιγραφή τελικής υλοποίησης . . . 55
3.16.1 Γραφικές διεπαφές . . . 55
3.16.2 Καταγραφή πληκτρολογημένων στοιχείων . . . 56
3.16.3 Έλεγχος και διόρθωση σφάλματος διάταξης . . . 56
3.16.4 Επιπλέον λειτουργικότητες . . . 57

4 Αξιολόγηση 59
4.1 Εισαγωγή . . . 59
4.2 Αξιολόγηση εφαρμογής . . . 60
4.3 Μελέτη με χρήστες . . . 60
4.4 Φάση Α . . . 62
4.5 Φάση Β . . . 63
4.6 Ημιδομημένη συνέντευξη . . . 64
4.7 Αποτελέσματα . . . 66
4.7.1 Αποτελέσματα της πειραματικής φάσης Α . . . 66
4.7.2 Αποτελέσματα της πειραματικής φάσης Β . . . 74
4.7.3 Αποτελέσματα ημιδομημένης συνέντευξης . . . 89
4.8 Μελέτη - Απόδοση συστήματος . . . 93
4.8.1 Μέθοδος . . . 93
4.8.2 Αποτελέσματα . . . 96
4.9 Συζήτηση . . . 98

5 Συμπεράσματα και Μελλοντικές Επεκτάσεις 101
5.1 Εισαγωγή . . . 101
5.2 Περιορισμοί της εφαρμογής . . . 101
5.3 Μελλοντικές κατευθύνσεις . . . 102

5.3.1 Προσθήκη επιπλέον λειτουργικότητας 103
5.3.2 Επέκταση σε επίπεδο εφαρμογής 104
5.4 Συμπεράσματα και επίλογος 106

Βιβλιογραφία **107**

Παραρτήματα **111**
Α΄ Γλωσσάρι 113
Β΄ Αποσπάσματα αρχείων καταγραφής 115
Γ΄ Παραμετροποιήσιμα Αρχεία Εφαρμογής 119
Δ΄ Ερωτήσεις ημιδομημένης συνέντευξης 125
Ε΄ Οδηγίες χρήσης εφαρμογής 127

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

2.1 Γραφική διεπαφή εφαρμογής TypeAny. 12
2.2 Μέθοδος Auto-Switch. 13
2.3 Μέθοδος Preview. 15
2.4 Μέθοδος Smart-Toggle. 16
2.5 Αναγνώριση σφάλματος διάταξης πληκτρολογίου από το Google Translate. 21
2.6 Αποτυχημένες πρότασεις λέξεων από το Google Translate. 21

3.1 Πρωτότυπο γραφικής διεπαφής. 26
3.2 Χάρτης πλοήγησης εφαρμογής. 27
3.3 Δομή της βάσης δεδομένων. 31
3.4 Βασική γραφική διεπαφή εφαρμογής. 33
3.5 Αλληλεπίδραση γραφικής διεπαφής με τον χρήστη. 34
3.6 Διεπαφή εισαγωγής λέξης. 35
3.7 Διεπαφή αποστολής δεδομένων. 35
3.8 Καταστάσεις εφαρμογής. 36
3.9 Αρχιτεκτονικό διάγραμμα εφαρμογής. 38
3.10 Διάγραμμα ροής εφαρμογής. 39
3.11 Διάγραμμα επικοινωνίας νημάτων (thread diagram). 42
3.12 Διάγραμμα ροής μετατροπής λέξης από αγγλικά σε ελληνικά. . . . 47
3.13 Βιβλιοθήκες εφαρμογής. 52

4.1 Ομαδοποίηση των χρηστών ως προς την συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη διάταξη πληκτρολογίου. 68

4.2 Ποσοστά σφαλμάτων διάταξης στο σύνολο των πληκτρολογημένων λέξεων για τις φάσεις Α και Β. 75
4.3 Μετρική διάταξης για κάθε συμμετέχοντα και για τις δύο φάσεις του πειράματος. 79
4.4 Ποσοστό σφαλμάτων τύπου ΙΙ για την φάση Α και Β. 81

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

2.1 Μετατροπή του ελληνικού αλφαβήτου με λατινικούς χαρακτήρες (ΕΛΟΤ 743) 10

3.1 Αντιστοίχιση ελληνικών - αγγλικών χαρακτήρων στο πληκτρολόγιο. 46

3.2 Παράδειγμα ανίχνευσης και διόρθωσης σφάλματος διάταξης. . . 50

4.1 Δημογραφικά στοιχεία συμμετεχόντων και φάσεις της πειραματικής διαδικασίας που πήραν μέρος. 61

4.2 Στοιχεία καταγραφής Α πειραματικής φάσης. 63

4.3 Στοιχεία καταγραφής Β πειραματικής φάσης 65

4.4 Φάση Α Πίνακας 1 67

4.5 Κατηγορίες σφαλμάτων διάταξης και περιπτώσεις εμφάνισης αυτών. 69

4.6 Πλήθος σφάλματων διάταξης και κατηγοριοποίησή τους ως προς την διάταξη που ανιχνεύθηκαν από την εφαρμογή. 71

4.7 Φάση Α Πίνακας 2 72

4.8 Κατηγορίες σφαλμάτων διάταξης και περιπτώσεις εμφάνισης αυτών. 73

4.9 Πλήθος σφάλματων διάταξης και κατηγοριοποίησή τους ως προς την διάταξη που ανιχνεύθηκαν από την εφαρμογή. 74

4.10 Φάση Β Πίνακας 1 76

4.11 Μετρική Διάταξης για τις δύο πειραματικές φάσεις. 78

4.12 Πλήθος και ποσοστά σφαλμάτων διάταξης που ανιχνεύθηκαν από την εφαρμογή και τρόπος ανίχνευσης αυτών για την φάση Β. . . . 80

4.13 Περιπτώσεις εμφάνισης σφαλμάτων διάταξης για την φάση Β. . . 82

4.14 Πλήθος σφάλματων τύπου Ι που ανιχνεύθηκαν από την εφαρμογή και κατηγοριοποίησή τους ως προς την διάταξη. 83
4.15 Λειτουργίες της γραφικής διεπαφής που χρησιμοποιήθηκαν από τους χρήστες. 85
4.16 Φάση Β Πίνακας 2 86
4.17 Πλήθος και ποσοστά σφαλμάτων διάταξης που ανιχνεύθηκαν από την εφαρμογή και τρόπος ανίχνευσης αυτών, για τους χρήστες Greeklish για την φάση Β. 87
4.18 Κατηγορίες σφαλμάτων διάταξης και περιπτώσεις εμφάνισης αυτών για την φάση Β. 88
4.19 Πλήθος σφάλματων διάταξης που ανιχνεύθηκαν από την εφαρμογή και κατηγοριοποίησή τους ως προς την διάταξη, για τους χρήστες Greeklish. 88
4.20 Λειτουργίες της γραφικής διεπαφής που χρησιμοποιήθηκαν από τους χρήστες (χρήστες Greeklish) 89
4.21 Συμμετέχοντες που πήραν μέρος στην ημιδομημένη συνέντευξη. . 90
4.22 Έννοιες για την περιγραφή των όρων της Ευαισθησίας, Ακρίβειας, Ορθότητας. 95
4.24 Τιμές Ευαισθησίας, Ακρίβειας, Ορθότητας και Βαθμολογίας F1 για κάθε χρήστη ξεχωριστά, αλλά και συνολικά. 97
4.23 Απαραίτητα στοιχεία για την αξιολόγηση του συστήματος. 100

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΛΓΟΡΙΘΜΩΝ

1 Αλγόριθμος εντοπισμού σφάλματος διάταξης χωρίς πάτημα τερματικού χαρακτήρα (**σφάλμα διάταξης τύπου ΙΙ**) 43

2 Αλγόριθμος εντοπισμού σφάλματος διάταξης με πάτημα τερματικού χαρακτήρα (**σφάλμα διάταξης τύπου Ι**) 48

3 Αλγόριθμος πρόβλεψης της επιθυμητής διάταξης 49

4 Αλγόριθμος σίγασης της λέξης σε περίπτωση λανθασμένης διόρθωσης 51

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σκοπός διπλωματικής εργασίας

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη της συμπεριφοράς των Ελλήνων χρηστών υπολογιστή ως προς τα σφάλματα διάταξης και η ανάπτυξη μεθόδου και πειραματικής εφαρμογής που θα χρησιμοποιηθεί για την αυτόματη διόρθωση αυτών.

1.1.1 Στόχοι διπλωματικής εργασίας

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη μιας μεθόδου και εφαρμογής τόσο για την καταγραφή των ποσοστών σφαλμάτων διάταξης στους χρήστες όσο και για την υποστήριξη τους στην αντιμετώπιση αυτών. Επίσης σκοπός είναι και η αξιολόγηση της εφαρμογής αυτής, τόσο με συγκεκριμένες τεχνικές αξιολόγησης όσο και από τους ίδιους τους χρήστες.

1.2 Μεθοδολογία

Για την κατανόηση του προβλήματος των σφαλμάτων διάταξης έγινε αρχικά μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας και επισήμανση των σημαντικών σημείων. Κατόπιν σχεδιάστηκε μέθοδος και υλοποιήθηκε εφαρμογή που αντιμετωπίζει αυτά τα σφάλματα. Στην συνέχεια αναπτύχθηκε πειραματική διαδικασία, που αποτελούταν από δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση έγινε ο προσδιορισμός του προβλήματος

αυτού στους Έλληνες χρήστες, και στην δεύτερη φάση δόθηκε η εφαρμογή που αναπτύχθηκε, που αντιμετωπίζει αυτό το πρόβλημα. Επίσης έγιναν ημιδομημένες συνεντεύξεις με την πλειοψηφία των συμμετεχόντων. Τέλος αναλύθηκαν τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από την πειραματική διαδικασία για την εξαγωγή αποτελεσμάτων και έγινε αξιολόγηση της εφαρμογής.

1.3 Δομή διπλωματικής εργασίας

Στο πρώτο κεφάλαιο δίνεται ο ορισμός του προβλήματος που στοχεύει να επιλύσει η διπλωματική εργασία, στους στόχους και στην μεθοδολογία ανάπτυξης που χρησιμοποιήθηκε.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση του πεδίου το οποίο πραγματεύεται και επισκόπηση των εφαρμογών που έχουν αναπτυχθεί πάνω σε αυτό το πεδίο. Τέλος, γίνεται μια συνοπτική αναφορά των προδιαγραφών της εφαρμογής.

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται λεπτομερώς η διαδικασία σχεδίασης και υλοποίησης της εφαρμογής και παρατίθενται παραδείγματα και σχήματα για να γίνουν όλα τα σημεία της διαδικασίας δημιουργίας της κατανοητά. Επίσης δίνονται οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν και συνοπτική περιγραφή των αρχείων του κώδικα της εφαρμογής.

Στο τέταρτο κεφάλαιο πραγματοποιείται αξιολόγηση της εφαρμογής και παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν.

Τέλος στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται μια σύνοψη της εργασίας και προτάσεις για μελλοντικές επεκτάσεις της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Εισαγωγή

Στόχος του δευτέρου κεφαλαίου είναι η εξήγηση των βασικών εννοιών και η παρουσίαση της σχετικής βιβλιογραφίας και των σχετικών ερευνών που έχουν διεξαχθεί πάνω στο πεδίο της ανίχνευσης και διόρθωσης των σφαλμάτων διάταξης πληκτρολογίου (mode error).

Σε αυτήν την εργασία ως *διάταξη πληκτρολογίου* ορίζεται η γλώσσα εισόδου του συστήματος και συνεπώς του ίδιου του πληκτρολογίου. Ως *σφάλμα διάταξης* ορίζεται η πληκτρολόγηση μιας λέξης στην λανθασμένη διάταξη πληκτρολογίου.

Μελετώντας την βιβλιογραφία παρατηρήθηκε, ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ερευνών και δημοσιεύσεων που έχουν γίνει αφορούν τις ασιατικές γλώσσες, ενώ σημαντική έλλειψη ερευνών παρατηρήθηκε στις ευρωπαϊκές γλώσσες. Διάφορες τεχνικές και μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί για την εύρεση και αντιμετώπιση των συγκεκριμένων σφαλμάτων.

Αρχικά παρουσιάζεται η τρέχουσα βιβλιογραφία σε σχέση με τα σφάλματα διάταξης, τα αίτια που οδηγούν σε αυτά, οι τεχνικές ανίχνευσης και οι τρόποι αντιμετώπισης των σφαλμάτων αυτών. Παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο που αφορά την πληκτρολόγηση λέξεων και τις μετατροπές αυτών από την μια διάταξη στην άλλη καθώς και εμπορικές εφαρμογές που υλοποιούν την αυτόματη

διόρθωση ή υπόδειξη σφαλμάτων διάταξης πληκτρολογίου.

2.2 Σφάλματα διάταξης πληκτρολογίου

Είναι συνηθισμένο οι χρήστες που γράφουν σε γλώσσες που δεν χρησιμοποιούν το λατινικό αλφάβητο, να ενεργοποιούν την είσοδο κειμένου σε δύο γλώσσες (`dual – language text entry`). Οι χρήστες αυτοί, χρησιμοποιούν το πληκτρολόγιο με δύο διαφορετικές διατάξεις και εναλλάσσουν μεταξύ των δύο διατάξεων χρησιμοποιώντας κάποιο συνδυασμό πλήκτρων, όπως `Alt+Shift` ή `Super+Space` ή `Command+Space`, ή πατώντας σε συγκεκριμένο εικονίδιο του λειτουργικού συστήματος.

Σε αυτή την περίπτωση το πληκτρολόγιο έχει δύο επικαλυπτόμενες διατάξεις, την βασική (συνήθως QWERTY), που αντιστοιχεί στα αγγλικά και μια δεύτερη διάταξη που αντιστοιχεί συνήθως στην τοπική γλώσσα. Αυτή η προσέγγιση είναι συνήθης όταν η τοπική γλώσσα χρησιμοποιεί φωνογραμμικούς χαρακτήρες (phonogram), δηλαδή χαρακτήρες ή συνδυασμούς χαρακτήρων που αναπαριστούν έναν ήχο (π.χ. `igh` είναι ένα φωνόγραμμα που ακούγεται `i` στην λέξη `high`) (S. Lee κ.ά., 2019).

Μια άλλη προσέγγιση σχετίζεται με την χρήση της διάταξης QWERTY και μόνο (S. Lee κ.ά., 2019). Όταν η αγγλική διάταξη είναι ενεργή, τότε το πληκτρολόγιο χρησιμοποιείται ως συνήθως, δηλαδή ο χρήστης πληκτρολογεί το γράμμα που βλέπει πάνω σε αυτό. Στην αντίθετη περίπτωση, δηλαδή όταν η εναλλακτική διάταξη πληκτρολογίου είναι ενεργή, για την εισαγωγή ενός χαρακτήρα, ο χρήστης χρησιμοποιεί τον φωνητικά ισοδύναμο αγγλικό χαρακτήρα.

Ο Norman (1983) τονίζει ότι η κύρια αιτία των σφαλμάτων διάταξης πληκτρολογίου είναι ότι η ενεργή διάταξη δεν αποτυπώνεται φανερά στο οπτικό πεδίο του χρήστη, με αποτέλεσμα αυτός να υποπίπτει σε λάθη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα εικονίδια της γλώσσας στα διάφορα λειτουργικά συστήματα (π.χ. Windows, Linux, MacOS). Τα περισσότερα από αυτά χρησιμοποιούν είτε ένα εικονίδιο είτε τα αρχικά γράμματα της διάταξης που είναι ενεργή. Στο MacOS ("Type in another language on your Mac with input sources", 2020) η ενεργή διάταξη αναπαρίσταται με ένα μικρό εικονίδιο σημαίας στο πάνω μέρος της οθόνης, ενώ στα Windows ("Switch between languages using the Language bar", 2020), με τα δύο αρχικά γράμματα της ενεργής διάταξης στο κάτω μέρος της οθόνης. Πολλές φορές αυτό το μικρό εικονίδιο μπορεί να μην είναι αποτελεσματικός τρόπος αλληλεπίδρασης με τον χρήστη, διότι μπορεί να βρίσκεται μακριά από το σημείο

της οθόνης στο οποίο εισάγει κείμενο και να μην είναι μέσα στο οπτικό του πεδίο ή στο πεδίο προσοχής του.

Άλλος λόγος που μπορεί να οδηγήσει στο παραπάνω λάθος (Chawannakul & Prasitjutrakul, 2011), είναι ο τρόπος πληκτρολόγησης και η εμπειρία του χρήστη όσον αφορά την χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Πολλοί χρήστες που δεν είναι εξοικειωμένοι με την θέση των γραμμάτων στο πληκτρολόγιο, εστιάζουν την προσοχή τους κατά την πληκτρολόγηση σε αυτό, προκειμένου να εντοπίσουν το σωστό γράμμα που θέλουν να πατήσουν. Η μέθοδος αυτή λέγεται «hunt and peck» (Rieger, 2011). Έτσι δεν αντιλαμβάνονται ότι είναι ενεργή η μη επιθυμητή διάταξη πληκτρολογίου (π.χ. ο χρήστης γράφει «`geia`» αλλά σε λάθος διάταξη). Οι έμπειροι χρήστες, που γράφουν με τυφλό σύστημα πληκτρολόγησης (touch typing), αντιδρούν διαφορετικά σε αυτά τα σφάλματα, καθώς τα παρατηρούν αμέσως στην οθόνη.

2.3 Εντοπισμός σφαλμάτων διάταξης πληκτρολογίου

Έστω L η ενεργή διάταξη πληκτρολογίου του συστήματος και $L*$ η εναλλακτική. Για παράδειγμα, αν L είναι η ελληνική, τότε $L*$ είναι η αγγλική, για ένα σύστημα με αυτές τις δύο διατάξεις. Τα αντίστοιχα λεξικά D_L και D_L* περιέχουν λέξεις των δύο γλωσσών, στις οποίες αντιστοιχούν οι διατάξεις.

Ένα πιθανό σφάλμα διάταξης πληκτρολογίου θα αναγνωριστεί, όταν μια λέξη έχει εισαχθεί με την ενεργή διάταξη L και δεν βρίσκεται στο λεξικό D_L, αλλά υπάρχει στο λεξικό D_L*, μετά από μεταγραφή των χαρακτήρων $L \rightarrow L*$.

Επιπρόσθετα με το παραπάνω υπάρχουν δύο ακολουθίες συμβάντων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αναγνώριση ενός σφάλματος διάταξης πληκτρολογίου (K.-H. Lee, 1997). Για να εμφανιστεί ένα από τα παραπάνω σφάλματα κατά την πληκτρολόγηση, πρέπει η είσοδος να ακολουθεί κάποια από τις παρακάτω ακολουθίες:

- πληκτρολόγηση $\rightarrow$ αλλαγή διάταξης πληκτρολογίου $\rightarrow$ διαγραφή εισόδου $\rightarrow$ επαναπληκτρολόγηση ίδιας λέξης στην νέα διάταξη.

- πληκτρολόγηση $\rightarrow$ διαγραφή εισόδου $\rightarrow$ αλλαγή διάταξης πληκτρολογίου $\rightarrow$ επαναπληκτρολόγηση ίδιας λέξης στην νέα διάταξη.

Στην διαδικασία της πληκτρολόγησης ο χρήστης εισάγει μια συμβολοσειρά. Στην διαδικασία της αλλαγής διάταξης πληκτρολογίου ο χρήστης πατάει τον

κατάλληλο συνδυασμό πλήκτρων για να αλλάξει την ενεργή διάταξη. Στην διαδικασία της διαγραφής ο χρήστης πατάει το πλήκτρο Backspace και διαγράφει τα στοιχεία που πληκτρολόγησε. Στην διαδικασία της επαναπληκτρολόγησης ο χρήστης ξαναγράφει την ίδια συμβολοσειρά στην αλλαγμένη διάταξη πληκτρολογίου.

Στην βιβλιογραφία διάφορες τεχνικές έχουν αναπτυχθεί για την σύγκριση των συμβολοσειρών στις διαφορετικές διατάξεις. Η ομοιότητα δυο συμβολοσειρών μπορεί αρχικά να βρεθεί εύκολα συγκρίνοντας την κάθε συμβολοσειρά γράμμα-γράμμα με την αντίθετή της (Charras & Lecroq, 2004). Ο αλγόριθμος αυτός λέγεται brute force και ειναι πολύ αποδοτικός, όταν οι δύο συμβολοσειρές έχουν ίδιο ή σχεδόν ίδιο μέγεθος. Επίσης άλλος τρόπος για να βρεθεί η ομοιότητα δύο συμβολοσειρών είναι με την *απόσταση Levenshtein* (Levenshtein, 1966), η οποία ορίζεται ως ο ελάχιστος αριθμός επεξεργασιών, που απαιτούνται για να αλλάξει η μια συμβολοσειρά στην άλλη. Οι επιτρεπόμενες αλλαγές είναι εισαγωγή, διαγραφή και αντικατάσταση χαρακτήρα.

Σε περίπτωση δυναμικού αλγορίθμου ανίχνευσης (δυναμικός προγραμματισμός) (Chawannakul & Prasitjutrakul, 2011) ο έλεγχος για σφάλμα διάταξης πραγματοποιείται με πάτημα κάθε νέου γράμματος από τον χρήστη και παρέχεται κάποια οπτική αλληλεπίδραση προς αυτόν.

2.4 Αναπαράσταση ελληνικής γλώσσας με λατινικό αλφάβητο

Σε αυτήν την υποενότητα περιγράφεται ο τρόπος αντιστοίχισης λέξεων από την ελληνική στη λατινική γραφή και αντίστροφα. Οι βασικοί τρόποι για να βρεθεί η αντιστοίχιση μεταξύ δύο λέξεων στη λατινική και ελληνική γραφή είναι το επίσημο πρότυπο ΕΛΟΤ 743 (ISO 843) (*Conversion of Greek Characters into Roman Characters (ELOT 743)*, 1997) καθώς και οι διάφοροι τύποι Greeklish (λατινοελληνικά) (Androutsopoulos, 1999, 2000).

2.4.1 ΕΛΟΤ 743 (ISO 843)

Η αναπαράσταση των ελληνικών λέξεων με λατινική γραφή σε επίσημες περιστάσεις γίνεται με την χρήση του ΕΛΟΤ 743 (*Conversion of Greek Characters into Roman Characters (ELOT 743)*, 1997) (ISO 843). Το ΕΛΟΤ 743 χρησιμοποιείται για την μετατροπή ελληνικών χαρακτήρων σε λατινικούς και για την αντίστροφη μετατροπή. Αυτό το πρότυπο δεν καθορίζει αυστηρά ποιος τύπος μετατροπής θα

χρησιμοποιηθεί σε μία εφαρμογή. Μία εφαρμογή που χρειάζεται ένα είδος απεικόνισης ελληνικών χαρακτήρων σε λατινικούς μπορεί να επιλέξει ένα, και μόνο ένα, από τους παραπάνω τύπους για κάποιο συγκεκριμένο σκοπό. Η εφαρμογή πρέπει να δηλώνει ρητά τον τύπο μετατροπής που υιοθετεί. Η μετατροπή καλύπτει δύο τύπους αποδόσεων, με διαφορετικές αντιστοιχίες για την καθεμιά (Πίνακας 2.1):

- **Τύπος 1 - Μεταγραμματισμός:** αναστρέψιμη μετατροπή γράμμα-γράμμα (Πίνακας 2.1, στήλη 3).
  Χρησιμοποιείται για παράδειγμα σε κείμενα που χρειάζεται να μπορούν να επανέλθουν στην αρχική τους μορφή, όπως για αποστολή κειμένων ή λέξεων από σύστημα που δεν υποστηρίζει ελληνικά. Ο μεταγραμματισμός μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις περιπτώσεις, αλλά χρησιμοποιείται κυρίως στις περιπτώσεις ανασύνθεσης του ελληνικού κειμένου από πρόσωπα που δεν γνωρίζουν την ελληνική γλώσσα ή από αυτόματες μηχανές.

- **Τύπος 2 - Μεταγραφή:** μη αναστρέψιμη, ομόηχη μετατροπή (Πίνακας 2.1, στήλη 2).
  Χρησιμοποιείται για παράδειγμα για ονόματα, πινακίδες, επίσημα έγγραφα (διαβατήρια κτλ.), εκεί που το ξένο κείμενο χρειάζεται να αποδίδει τον ήχο του ελληνικού. Αφορά ουσιαστικά στην κατά το δυνατό ακριβή φωνητική απόδοση της λέξης με λατινικούς χαρακτήρες.

Ελληνικός χαρακτήρας ή συνδυασμός χαρακτήρων	Μεταγραφή	Μεταγραμματισμός
α	a	a
αι (δίψηφο)	ai	ai
άι	áï	áï
αϊ	aï	aï
αυ	av af	av af
β	v	v
γ	g	g
γγ	ng	ng
γκ	gk	gk
γξ	nx	nx
γχ	nch	nch
δ	d	d
ε	e	e
ει (δίψηφο)	ei	ei
έι	éï	éï
εϊ	eï	eï
ευ	ev ef	ev ef

ζ	z	z
η	i	i
ηυ	iv if	iv if
θ	th	th
ι	i	i
κ	k	k
λ	l	l
μ	m	m
μπ	b mp	b mp
ν	n	n
ντ	nt	nt
ξ	x	x
ο	o	o
οι (δίψηφο)	oi	oi
όι	óï	óï
οϊ	oï	oï
ου	ou	ou
π	p	p
ρ	r	r
σ	s	s
τ	t	t
υ	y	y
υι	yi	yi
φ	f	f
χ	ch	ch
ψ	ps	ps
ω	o	o

Πίνακας 2.1: Μετατροπή του ελληνικού αλφαβήτου με λατινικούς χαρακτήρες (ΕΛΟΤ 743).

2.4.2 Greeklish

Πέρα από το ΕΛΟΤ 743, υπάρχουν και τα Greeklish. Τα Greeklish είναι ένας διαφορετικός τρόπος απόδοσης του ελληνικού αλφαβήτου κάνοντας χρήση των λατινικών γραμμάτων. Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποίησε η Google τον Ιούνιο του 2009 (Καππάτου, 2012) και αφορούσε την διερεύνηση της γλωσσικής επιλογής των Ελλήνων χρηστών όσον αφορά στις διαδικτυακές αναζητήσεις, τα ελληνικά κυριαρχούν σε ποσοστό 51%, ενώ ακολουθούν τα Greeklish με 34% και έπονται τα αγγλικά με ποσοστό 15%. Κατά συνέπεια τα Greeklish καταλαμβάνουν ένα επιπλέον σημαντικό κομμάτι της γλωσσικής διαδικτυακής επικοινωνίας.

Η μεταγραφή αυτή, επειδή πρωταναπτύχθηκε σε περιβάλλοντα που δεν υποστήριζαν την ελληνική γλώσσα, φέρει έντονα τα σημάδια της καταγωγής της: δεν υπακούει σε κανόνες, είναι απλή και σύντομη. Μέσα από τη χρήση έχουν καθιερωθεί τέσσερις βασικοί τρόποι, με τον τέταρτο να είναι ο πλέον άναρχος όλων. Συγκεκριμένα η αντιστοίχιση των ελληνικών χαρακτήρων με τους λατινικούς γίνεται:

1. με βάση τη θέση των γραμμάτων στο πληκτρολόγιο (π.χ., θ ⟷ u, ξ ⟷ j)
2. με βάση την οπτική ομοιότητα των γραμμάτων (π.χ., θ ⟷ 8, ξ ⟷ 3)
3. με βάση τη φωνητική ομοιότητα των γραμμάτων (π.χ., θ ⟷ th, ξ ⟷ x)
4. με συνδυασμό όλων των προηγούμενων τρόπων αντιστοίχισης.

Όσον αφορά την ορθογραφία των λατινοελληνικών θα πρέπει να σημειωθεί ότι παρουσιάζει μεγάλο βαθμό ποικιλότητας, προσφέροντας στο χρήστη πολλές εναλλακτικές λύσεις. Έτσι μια λέξη όπως για παράδειγμα η λέξη «`συζήτηση`» μπορεί να μεταγραφεί με δυο και τρεις τρόπους: Ξεκινώντας από τον ήχο της «`sizitisi`», διατηρώντας την ορθογραφική της όψη «`syzhthsh`» ή συνδυάζοντας και τα δύο «`syzitisi`». Σύμφωνα με το παραπάνω προκύπτει το συμπέρασμα, ότι πρόκειται για έναν τρόπο γραφής με άτυπους και χαλαρούς κανόνες, που κάθε χρήστης χρησιμοποιεί με ιδιότυπο τρόπο και συνεπώς ο αυτόματος εντοπισμός των ελληνικών λέξεων από αυτά καθίσταται πιο δύσκολος, όχι όμως αδύνατος.

2.5 Τρόποι αντιμετώπισης σφάλματος διάταξης πληκτρολογίου

Το πρόβλημα των σφαλμάτων διάταξης έχει απασχολήσει πολλούς ερευνητές κατά την πάροδο των χρόνων και τους οδήγησε στην μελέτη και δημιουργία τεχνικών και συστημάτων για την αντιμετώπισή τους. Σε αυτήν την ενότητα παρατίθενται οι σημαντικότερες μέθοδοι αντιμετώπισης που έχουν αναπτυχθεί.

2.5.1 Μέθοδος αυτόματης αλλαγής διάταξης πληκτρολογίου και διόρθωσης σφαλμάτων διάταξης

Η μέθοδος αυτή (Chawannakul & Prasitjutrakul, 2011) πραγματοποιεί αυτόματη διόρθωση των σφαλμάτων διάταξης και αλλαγή της διάταξης πληκτρολογίου. Πρόκειται για δυναμική μέθοδο, δηλαδή πραγματοποιεί υπολογισμούς μετά το

πάτημα κάθε νέου πλήκτρου από το πληκτρολόγιο. Χρησιμοποιεί ως τεχνικές σύγκρισης της πληκτρολογημένης λέξης με τις λέξεις του λεξικού δυναμικές τεχνικές σύγκρισης συμβολοσειρών.

Όταν εντοπίσει ένα σφάλμα διάταξης τότε πραγματοποιεί διόρθωση ακολουθώντας την παρακάτω διαδικασία:

1. Διαγραφή της πληκτρολογημένης λέξης, πατώντας εικονικά το πλήκτρο `Backspace`, τόσες φορές όσο το μήκος της λέξης που εισήχθη.

2. Αλλαγή της διάταξης πληκτρολογίου στην εναλλακτική.

3. Επαναπληκτρολόγηση της ίδιας ακολουθίας πλήκτρων στην νέα διάταξη.

2.5.2 TypeAny

Σε αυτήν την μέθοδο (Potipiti κ.ά., 2001) πραγματοποιείται αυτόματη αλλαγή της λέξης εισόδου, σε περίπτωση εμφάνισης σφάλματος διάταξης. Η μέθοδος αυτή αναπτύχθηκε με στόχο την μείωση των αλλαγών διάταξης, που πρέπει να κάνει ο χρήστης.

Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της μεθόδου αυτής διαθέτει γραφική διεπαφή που κάνει εμφανή προς τον χρήστη την διορθωμένη λέξη και την διάταξη στην οποία ανήκει. Υποστηρίζει πολλές διαφορετικές διατάξεις πληκτρολογίου και μπορεί να πραγματοποιεί διορθώσεις μεταξύ αυτών. Στην εικόνα φαίνεται ο τρόπος λειτουργίας της.

Σχήμα 2.1: Γραφική διεπαφή εφαρμογής TypeAny. Δείχνει στον χρήστη την διάταξη της λέξης που εισήγαγε και σε περίπτωση σφάλματος διάταξης, την διάταξη της διορθωμένης λέξης (Potipiti κ.ά., 2001).

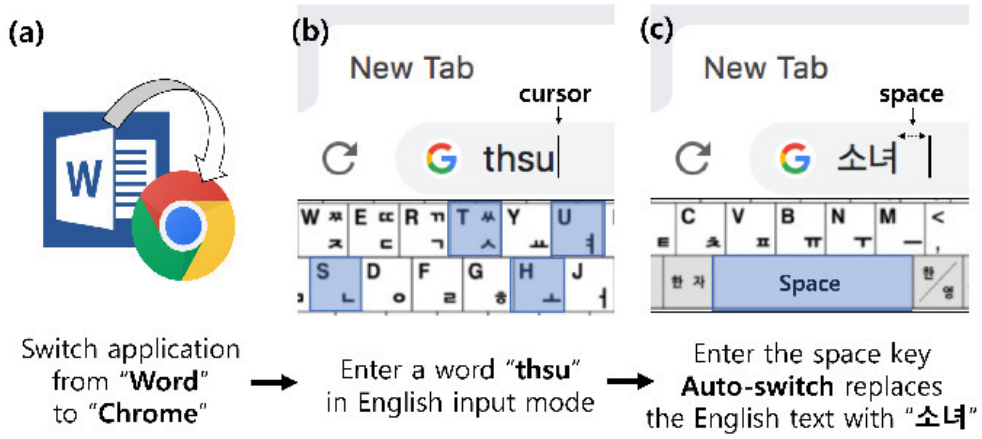
.

Ο τρόπος ανίχνευσης των λέξεων βασίζεται στο πάτημα πλήκτρου στίξης από το πληκτρολόγιο. Η πρόβλεψη της επιθυμητής διάταξης βασίζεται σε πιθανοτικό μοντέλο και τις κρυμμένες αλυσίδες Markov. Σε περίπτωση λανθασμένης διόρθωσης από την εφαρμογή δίνεται η δυνατότητα επαναφοράς της αρχικά πληκτρολογημένης λέξης με το πάτημα του πλήκτρου `Tab`.

Για την αξιολόγηση του αλγορίθμου πρόβλεψης της επιθυμητής διάταξης χρησιμοποιήθηκαν δύο κατηγορίες δεδομένων, από τις οποίες η πρώτη αποτελούνταν από τεχνητά παραγόμενα δεδομένα, ενώ η δεύτερη από υπαρκτά κείμενα της Wikipedia. Η αξιολόγηση έγινε με χρήση 10-fold cross validation και η ακρίβεια του αλγορίθμου στην πρώτη περίπτωση ήταν περίπου 95% και στην δεύτερη 93%. Η επιτυχία της διόρθωσης συνδεόταν άρικτα και με τις διάφορες διατάξεις πληκτρολογίου, μιας και ο συνδυασμός συγκεκριμένων διατάξεων οδηγούσε σε υψηλότερη ακρίβεια.

2.5.3 Μέθοδος Auto-Switch

Σε αυτήν την μέθοδο (S. Lee κ.ά., 2019), στην περίπτωση αλλαγής εφαρμογής, το πρόγραμμα ξεκινάει να αποθηκεύει τα πλήκτρα που πατάει ο χρήστης. Όταν ο χρήστης πατήσει κάποιο ειδικό πλήκτρο, όπως το space, η εφαρμογή προβλέπει την επιθυμητή διάταξη πληκτρολογίου σύμφωνα με τα στοιχεία που έχει εισάγει ο χρήστης μέχρι τώρα. Σε περίπτωση που η πρόβλεψη είναι διαφορετική από την ενεργή διάταξη πληκτρολογίου, η εφαρμογή αλλάζει την διάταξη και αντικαθιστά την λέξη που έχει εισαχθεί με την αντίστοιχή της στην εναλλακτική διάταξη. Αν η αλλαγή είναι σωστή ο χρήστης δεν κάνει κάτι και συνεχίζει κανονικά την πληκτρολόγηση. Σε αντίθετη περίπτωση μπορεί να απορρίψει την αλλαγή, και αν αυτό συμβεί, η λέξη που πληκτρολόγησε εισάγεται στο λεξικό για επόμενη πρόβλεψη.



Σχήμα 2.2: Μέθοδος Auto-Switch. Οι διατάξεις πληκτρολογίου είναι στα αγγλικά και τα κορεατικά. Αν ο χρήστης υποπέσει σε σφάλμα διάταξης, πραγματοποιείται αλλαγή της ενεργής διάταξης στην εναλλακτική και διόρθωση της λέξης (S. Lee κ.ά., 2019).

.

Ο αλγόριθμος πρόβλεψης της διάταξης ενεργοποιείται, όταν ο χρήστης πατήσει το πλήκτρο space στο πληκτρολόγιο του. Με το πάτημα του παραπάνω

πλήκτρου σηματοδοτείται ότι μια συμβολοσειρά – λέξη έχει πληκτρολογηθεί. Αυτή η λέξη μπορεί να είναι είτε στην γλώσσα L είτε στην $L*$. Αρχικά ο αλγόριθμος ελέγχει αν η πληκτρολογημένη λέξη υπάρχει στο λεξικό D_L και σε περίπτωση που υπάρχει το σημειώνει σε μια μεταβλητή. Σε δεύτερη φάση ελέγχει αν η παραπάνω λέξη υπάρχει στο λεξικό D_L*, και αν υπάρχει το σημειώνει πάλι σε μια μεταβλητή. Αν και οι δύο μεταβλητές είναι θετικά σημειωμένες, τότε ο αλγόριθμος δεν κάνει κάτι. Σε αντίθετη περίπτωση, δηλαδή αν μόνο μια από τις δύο μεταβλητές είναι θετικά ορισμένη, προβλέπει ως επιθυμητή διάταξη εκείνη της μεταβλητής που είναι θετικά ορισμένη. Η ακρίβεια του παραπάνω αλγορίθμου είναι κοντά στο 97%.

Η παραπάνω εφαρμογή μπορεί να παρέμβει σε διάφορες στιγμές. Εδώ διακρίθηκαν τρεις ξεχωριστές επιλογές.

- Στην πρώτη επιλογή, η εφαρμογή προβλέπει την διάταξη πληκτρολογίου για κάθε πλήκτρο που πατάει ο χρήστης και παρεμβαίνει μόνο όταν η προβλεπόμενη διάταξη είναι διαφορετική από την ενεργή.

- Στην δεύτερη επιλογή, προβλέπει και παρεμβαίνει μετά από ένα προκαθορισμένο αριθμό πληκτρολογήσεων από τον χρήστη.

- Στην τρίτη επιλογή, προβλέπει και παρεμβαίνει, όταν ο χρήστης ολοκληρώσει την πληκτρολόγηση μιας λέξης και πατήσει το πλήκτρο `space`.

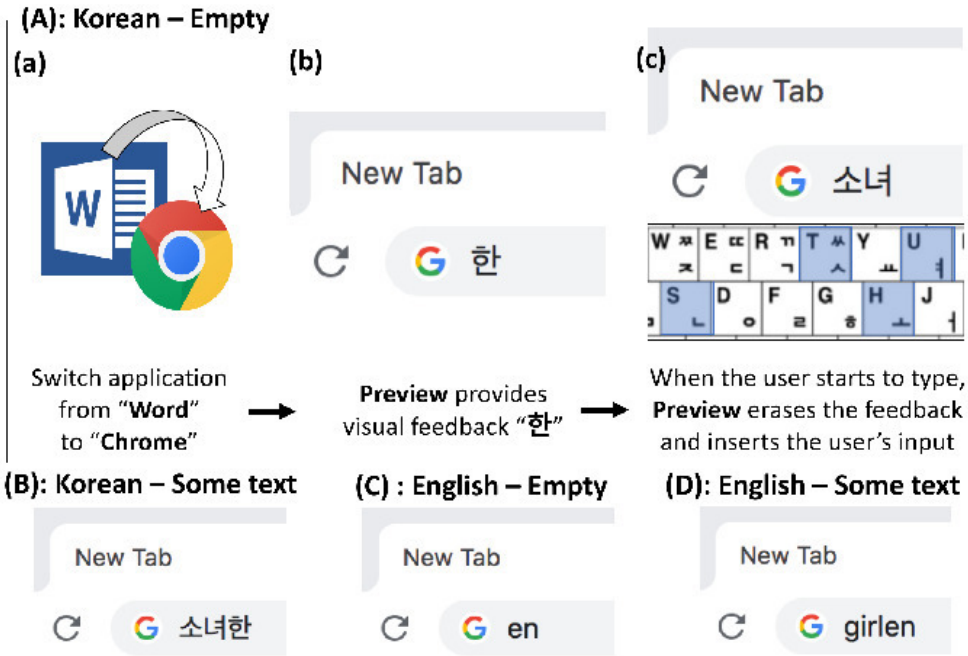
2.5.4 Μέθοδος Preview

Σε αυτήν την μέθοδο (S. Lee κ.ά., 2019) παρέχεται μια οπτική αλληλεπίδραση προς τον χρήστη, μετά από κάθε αλλαγή παραθύρου, που υποδηλώνει την ενεργή διάταξη πληκτρολόγησης, εισάγοντας προσωρινά δύο χαρακτήρες που αντιστοιχούν σε αυτήν (για παράδειγμα «en» για την αγγλική). Όταν ο χρήστης αρχίζει να πληκτρολογεί, η εφαρμογή αναιρεί τους παραπάνω χαρακτήρες και εισάγει την είσοδο του χρήστη.

Τρεις επιλογές υπήρχαν για την παροχή οπτικής ανάδρασης προς τον χρήστη, σχετικής με την τρέχουσα διάταξη πληκτρολογίου.

- Η πρώτη επιλογή ήταν, να αλλάζει ο δείκτης του ποντικιού, αλλά δεν επιλέχθηκε καθώς δεν είναι πάντα στην προσοχή και στο οπτικό πεδίο του χρήστη.

- Η δεύτερη επιλογή ήταν να αλλάζει ο δείκτης επεξεργασίας κειμένου, αλλά δεν επιλέχθηκε και αυτή η επιλογή, καθώς δεν ήταν εύκολα υλοποιήσιμη.



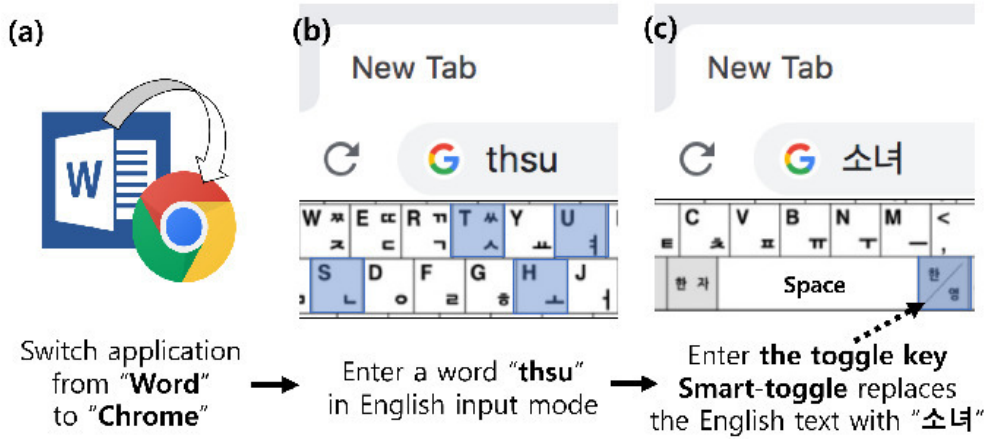
Σχήμα 2.3: Μέθοδος Preview. Εμφάνιση αντιπροσωπευτικών χαρακτήρων για την ενεργή διάταξη πληκτρολόγησης πριν την εισαγωγή κειμένου (S. Lee κ.ά., 2019).

- Η τρίτη επιλογή, ήταν η εισαγωγή χαρακτήρων αντιπροσωπευτικών της ενεργής διάταξης πληκτρολογίου. Αυτή η μέθοδος ήταν υλοποιήσιμη σε επίπεδο συστήματος, στέλνοντας εικονικά πατήματα πλήκτρων. Το μόνο πρόβλημα που αντιμετώπιζε ήταν ότι πολλοί χρήστες προσπαθούσαν να σβήσουν αυτούς τους χαρακτήρες, αλλά το φαινόμενο αυτό γινόταν πιο σπάνιο, όσο ο χρήστης εξοικειωνόταν με την εφαρμογή.

2.5.5 Μέθοδος Smart-Toggle

Σε αυτήν την μέθοδο (S. Lee κ.ά., 2019) με την αλλαγή εφαρμογής, το πρόγραμμα αρχίζει να καταγράφει την είσοδο του χρήστη. Όταν ο χρήστης εντοπίσει ένα σφάλμα διάταξης πληκτρολογίου, πατάει τον συνδυασμό πλήκτρων για αλλαγή της διάταξης. Σε αυτό το σημείο η εφαρμογή πρέπει να προβλέψει την επιθυμητή ενέργεια του χρήστη, δηλαδή αν θέλει να διορθώσει το σφάλμα που συνέβη ή απλώς αν θέλει να αλλάξει την διάταξη του πληκτρολογίου. Η εφαρμογή εξάγει το συμπέρασμα βασιζόμενη στην είσοδο του χρήστη και πραγματοποιεί διόρθωση, αν αυτό θεωρηθεί απαραίτητο.

Η μέθοδος αυτή ξεκινάει να λειτουργεί με την αλλαγή εφαρμογής και σταματάει να λειτουργεί όταν πατηθούν 11 πλήκτρα. Ο αριθμός 11 προέκυψε πειρα-



Σχήμα 2.4: Μέθοδος Smart-Toggle. Ο χρήστης πατώντας έναν συνδυασμό πλήκτρων μπορεί να διορθώσει ένα σφάλμα διάταξης στο οποίο υπέπεσε (S. Lee κ.ά., 2019).

ματικά, καθώς παρατηρήθηκε ότι μετά από 11 πατήματα πλήκτρων ο χρήστης συνήθως υποπίπτει σε σφάλμα διάταξης πληκτρολογίου. Ο χρήστης μπορεί να πατήσει το πλήκτρο αλλαγής διάταξης πληκτρολογίου, προτού ολοκληρωθεί η εισαγωγή ολόκληρης της λέξης και όταν πατηθεί το συγκεκριμένο πλήκτρο, η εφαρμογή πρέπει να προβλέψει την γλώσσα εισόδου. Εδώ εμφανίζεται πρόβλημα, καθώς μπορεί οι πρώτοι χαρακτήρες της λέξης να είναι στην ενεργή διάταξη και οι λοιποί στην εναλλακτική. Για το λόγο αυτό αναπτύχθηκε νέος αλγόριθμος για την πρόβλεψη της διάταξης σε μερική είσοδο.

2.5.6 Μέθοδος Preview & Smart-Toggle

Σε αυτήν την μέθοδο (S. Lee κ.ά., 2019) χρησιμοποιείται ο συνδυασμός των δύο παραπάνω μεθόδων, της μεθόδου Preview (ενότητα 2.5.5) και της μεθόδου Smart-Toggle (ενότητα 2.5.5). Η πρώτη μέθοδος χρησιμοποιείται για να αποτρέψει τον χρήστη να υποπέσει σε ένα σφάλμα διάταξης, αλλά σε περίπτωση που κάνει ένα τέτοιο, η δεύτερη μέθοδος θα χρησιμοποιηθεί για να διορθωθεί. Αυτή η μέθοδος είχε πολύ καλή απόδοση, καθώς ενημέρωνε τον χρήστη για την ενεργή διάταξη και συγχρόνως πραγματοποιούσε διόρθωση σε περίπτωση που έκανε ένα σφάλμα διάταξης.

2.6 Άλλοι τρόποι παροχής ανάδρασης

Η αντιμετώπιση των σφαλμάτων διάταξης έγκειται στην παροχή της βέλτιστης δυνατής αλληλεπίδρασης προς τον χρήστη. Επιπρόσθετα με τους παραπάνω τρό-

πους, πολλές διάφορες τεχνικές έχουν χρησιμοποιηθεί για να βρεθεί ο βέλτιστος τρόπος αλληλεπίδρασης με τον χρήστη για την αποφυγή και διόρθωση αυτών των λαθών.

2.6.1 Ηχητική ανάδραση

Ο Brewster κ.ά., 1994 ερεύνησε την αποτελεσματικότητα της ηχητικής αλληλεπίδρασης (audio feedback) προς τον χρήστη, για την αντιμετώπιση των σφαλμάτων διάταξης. Επισήμανε την χρήση ήχων για την επικοινωνία μεταξύ ανθρώπου και υπολογιστή. Επιπλέον τόνισε ότι αυτοί οι ήχοι πρέπει να αποτυπώνουν κάποιο είδος πληροφορίας, ειδάλλως ο χρήστης θα τους θεωρήσει ενοχλητικούς και θα τους απενεργοποιήσει.

Υποστήριξε ότι ο συνδυασμός γραφικής και ακουστικής πληροφορίας είναι ένας αποδοτικός τρόπος για την αποτύπωση πληροφορίας. Στηρίχθηκε στο γεγονός ότι όλες οι πληροφορίες που αντικρίζει ο χρήστης στην οθόνη του, περνάνε μέσα από το οπτικό του κανάλι. Αυτό σημαίνει ότι λόγω φόρτου αυτού του καναλιού ή λόγω στιγμιαίας αδιαφορίας του χρήστη, ένα σημαντικό κομμάτι πληροφορίας μπορεί να χαθεί. Συνεπώς μια μέθοδος αλληλεπίδρασης που ενσωματώνει την έξοδο πληροφοριών και στις δύο αισθήσεις μπορεί να παρουσιάσει τις πληροφορίες με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο.

Μετά από πειραματικές διαδικασίες κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ηχητική αλληλεπίδραση μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην διεπαφή στις παρακάτω περιπτώσεις:

- **Η πληροφορία να μην είναι διαθέσιμη**:
  Η πληροφορία μπορεί να μην είναι διαθέσιμη στην οθόνη λόγω περιορισμών του υλικού, όπως για παράδειγμα έλλειψη δύναμης της CPU ή πιθανό σφάλμα στην οθόνη.

- **Η πρόσβαση στην πληροφορία μπορεί να είναι δύσκολη**:
  Η πληροφορία μπορεί να εμφανίζεται, αλλά να είναι δύσκολο να φτάσει ο χρήστης σε αυτήν.

- **Μικρή περιοχή οπτικής εστίασης**:
  Η πληροφορία μπορεί να είναι κρυμμένη ή δύσκολα προσβάσιμη, διότι βρίσκεται εκτός του οπτικού πεδίου του χρήστη. Ο χρήστης μπορεί να μην κοιτάει στο σωστό σημείο την σωστή στιγμή και να χάσει έτσι σημαντική πληροφορία. Το πλεονέκτημα του ήχου είναι ότι μπορεί να ακουστεί από 360

μοίρες, χωρίς να χρειαστεί να αποσπαστεί η προσοχή του από την τρέχουσα εργασία.

- **Χώρος οθόνης**:
  Υπάρχει ένα trade-off μεταξύ του χώρου της οθόνης και της προβολής της πληροφορίας. Για να φανεί η απαραίτητη πληροφορία πρέπει η οποιαδήποτε εφαρμογή να καταλαμβάνει σημαντικό μέρος της οθόνης. Το παραπάνω γεγονός αφήνει λιγότερο διαθέσιμο χώρο στον χρήστη για την εργασία του.

- **Καταστάσεις εφαρμογής-συστήματος**:
  Όταν η εφαρμογή-σύστημα διαθέτει πολλαπλές καταστάσεις επεξεργασίας.

Για να τεκμηριώσει τα αποτελέσματα του πραγματοποίησε ένα πείραμα, στο οποίο έδωσε στους χρήστες την δυνατότητα να ενημερώνονται με έναν αχνό ήχο κάθε φορά που χρησιμοποιούσαν το `scrollbar` του υπολογιστή τους. Ένας ξεχωριστός ήχος ακουγόταν όταν ο χρήστης πήγαινε προς το πάνω μέρος της σελίδας και άλλος όταν πήγαινε προς τα κάτω. Συμπέρανε ότι ο παραπάνω τρόπος αλληλεπίδρασης βοηθούσε τους χρήστες να αντεπεξέρχονται και να αντιλαμβάνονται καλύτερα την ενέργεια που πρόκεται να πραγματοποιήσουν.

2.6.2 Κιναισθητική ανάδραση

Οι Sellen κ.ά., 1992 διεξήγαγαν δυο πειράματα για την εύρεση και αντιμετώπιση των σφαλμάτων διάταξης στο περιβάλλον επεξεργασίας κειμένου **vi**, όπου σαν σφάλμα διάταξης όρισαν την προσπάθεια να εισαχθεί κείμενο από τον χρήστη, ενώ ο επεξεργαστής κειμένου βρίσκεται σε *command mode* και αντίστοιχα την προσπάθεια να εισαχθεί εντολή ενώ αυτός βρίσκεται σε *insert mode*. Διερεύνησαν την αποτελεσματικότητα της κιναισθητικής ενάντι της οπτικής αλληλεπίδρασης.

Διεξήγαγαν πείραμα στο οποίο οι χρήστες έπρεπε να εισάγουν κείμενο σε ένα υπάρχον αρχείο, και να διαχειριστούν τις δύο καταστάσεις του επεξεργαστή κειμένου, δηλαδή το insert mode και *navigation mode*. Στην περίπτωση της οπτικής αλληλεπίδρασης οι χρήστες άλλαζαν κατάσταση από *navigation* σε *insert* με την χρήση του πλήκτρου `i` και επέστρεφαν στο πρώτο με το πλήκτρο `Esc`. Στην περίπτωση της κιναισθητικής αλληλεπίδρασης ο χρήστης άλλαζε κατάσταση πατώντας με το πόδι του ένα πεντάλ, και συγκεκριμένα εισερχόταν στο *insert mode* διατηρώντας το πατημένο. Κατά την ώρα που το κρατούσε πατημένο, του δινόταν η δυνατότητα να εισάγει κείμενο και την στιγμή που το άφηνε επέστρεφε ο επεξεργαστής κειμένου σε *navigation mode*. Και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις υπήρχε και οπτική αλληλεπίδραση προς τον χρήστη, με την αλλαγή του χρώματος

κειμένου, κάθε φορά που πραγματοποιούταν μια αλλαγή κατάστασης. Επιπλέον με το παραπάνω δόθηκε στους χρήστες και μια ταυτόχρονη εργασία προκειμένου να τους αποσπά σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Στο πείραμα που διεξήχθη υπήρχαν τρία είδη σφαλμάτων διάταξης-κατάστασης, το *navigation mode error*, στο οποίο ο χρήστης προσπαθούσε να πλοηγηθεί μέσα στο κείμενο, ενώ το σύστημα βρισκόταν σε *insert mode*, και το *insert mode error*, το οποίο είναι ακριβώς το αντίθετο, και τέλος το *synchronization error*, το οποίο συμβαίνει όταν κάποια εντολή εκτελεσθεί πιο γρήγορα από το πάτημα του πεντάλ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η χρήση του πεντάλ οδήγησε σε σημαντικά λιγότερα σφάλματα.

2.7 Λογισμικά διόρθωσης σφαλμάτων διάταξης πληκτρολογίου

Σε αυτήν την ενότητα παραθέτονται και περιγράφονται τα εμπορικά λογισμικά που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση των σφαλμάτων διάταξης. Υπάρχουν διάφορα λογισμικά που μπορούν να πραγματοποιήσουν διόρθωση ενός σφάλματος διάταξης πληκτρολογίου. Αυτά μπορούν να λειτουργούνε είτε *online*, δηλαδή να πραγματοποιούν *on-the-fly* διόρθωση, είτε *offline*, δηλαδή να πραγματοποιήσουν διόρθωση μετά από το πάτημα κάποιου συνδυασμού πλήκτρων από τον χρήστη.

2.7.1 LayoutFix

Πρόκειται για εφαρμογή[1] που δεν λειτουργεί δυναμικά, αλλά δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να επιλέξει κείμενο που έχει εισάγει με την λανθασμένη διάταξη πληκτρκολογίου και να το διορθώσει με το πάτημα ενός shortcut (`Ctrl + Backspace`). Υποστήριζε πολύ λίγες διατάξεις και δεν είχε την επιθυμητή απήχηση στους χρήστες και γι αυτό τον λόγο δεν συνεχίστηκε η υποστήριξή της.

2.7.2 LangOver

Η συγκεκριμένη εφαρμογή[2] δεν παρέχει μόνο διόρθωση των σφαλμάτων διάταξης πληκτρολογίου, αλλά και άλλες δυνατότητες. Αρχικά ο χρήστης μπορεί να διορθώσει ένα κείμενο που έχει εισάγει με την μη επιθυμητή διάταξη, επιλέγοντάς το και πατώντας το πλήκτρο `F10`. Επιπρόθετα μπορεί να αλλάξει επιλεγμένο κείμενο

[1] https://layoutfix.soft112.com/
[2] http://langover.com/

στο αντίστοιχο με κεφαλαία, να ψάξει επιλεγμένο κείμενο στην μηχανή αναζήτησης της Google, να μεταφράσει κείμενο κ.α.. Όλα τα παραπάνω γίνονται πατώντας συγκεκριμένους συνδυασμούς πλήκτρων. Υποστηρίζει και ελληνικά αλλά δεν δίνει το ακριβές αποτέλεσμα που θα περίμενε ο χρήστης (*kal;a* → *καλ;α* αντί *καλά* που θα ήταν το επιθυμητό).

2.7.3 PuntoSwitcher

Πρόκειται για εφαρμογή[3] που λειτουργεί πανομοιότυπα με τις παραπάνω εφαρμογές, δηλαδή με επιλογή κειμένου και πάτημα συνδυασμού για διόρθωση αυτού. Υποστηρίζει την ρώσικη γλώσσα και την αγγλική, ενώ δεν έχει πληθώρα άλλων γλωσσών.

2.7.4 Keyboard Ninja

Η εφαρμογή[4] αυτή πραγματοποιεί αυτόματη αλλαγή της διάταξης πληκτρολογίου και αυτόματη διόρθωση της λέξης που εισήχθει με την μη επιθυμητή διάταξη. Λειτουργεί βέλτιστα με την ρώσικη γλώσσα και σε αυτήν παρέχει και βοηθητική γραφική διεπαφή. Υποστηρίζει και ορισμένες άλλες γλώσσες (όχι τα ελληνικά).

2.7.5 Key Switcher

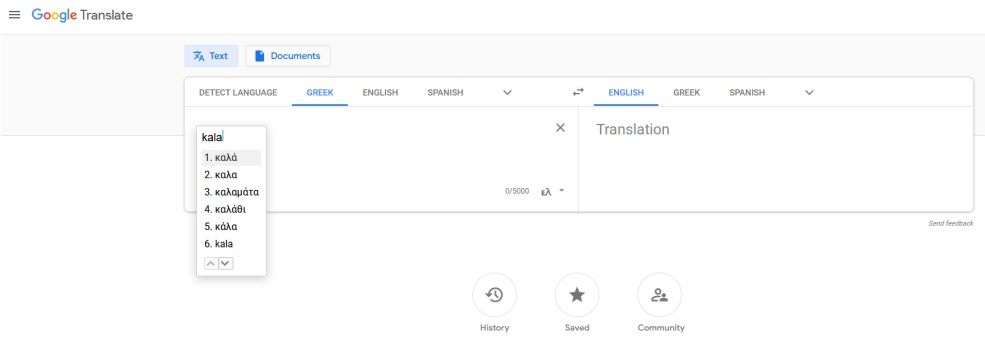
Η συγκεκριμένη εφαρμογή[5] ξεχωρίζει, καθώς υποστηρίζει πληθώρα διαφορετικών διατάξεων πληκτρολογίου και δίνει την δυνατότητα διόρθωσης μεταξύ όλων αυτών. Λειτουργεί δυναμικά (on-the-fly) και πραγματοποιεί αυτόματη διόρθωση κατά την διαδικασία πληκτρολόγησης. Υποστηρίζει ελληνικά, αλλά δεν είναι βελτιστοποιημένη γι αυτά.

2.7.6 Google Translate

Ιδιαίτερη αναφορά σε αυτό το σημείο πρέπει να γίνει για την λειτουργικότητα που εμφανίζεται σε ορισμένες εφαρμογές της Google (Google Translate[6]) σχετικά με αντιμετώπιση των σφαλμάτων διάταξης. Στο Google Translate παρατηρήθηκε ότι όταν ο χρήστης γράψει λανθασμένα μια λέξη, δηλαδή με την αντίθετη διάταξη από αυτήν που αναμένει το Google Translate, τότε εμφανίζεται ένα παράθυρο `drop-down` που δείχνει τις προτάσεις της ιστοσελίδας για την σωστή λέξη (Σχήμα

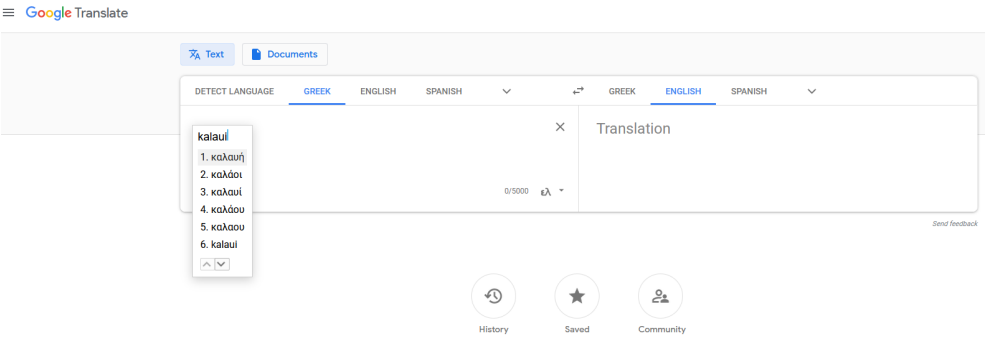
[3]https://yandex.ru/soft/punto/
[4]http://www.keyboard-ninja.com/Download.aspx
[5]http://www.keyswitcher.com/
[6]https://translate.google.gr/

2.5). Πατώντας σε μια από αυτές ο χρήστης μπορεί να επιλέξει την λέξη που ήθελε να γράψει.



Σχήμα 2.5: Αναγνώριση σφάλματος διάταξης πληκτρολογίου από το Google Translate.

Παρόλα αυτά παρατηρήθηκε ότι όταν ο χρήστης γράφει μια λέξη αντιστοιχίζοντας τα λατινικά γράμματα με τα ελληνικά, όπως αυτά φαίνονται στο πληκτρολόγιό του, δεν προβλέπει πετυχημένα. Για παράδειγμα όπως φαίνεται στο σχήμα 2.6, αν ο χρήστης αρχίσει να γράφει την λέξη «*καλάθι*» με την λανθασμένη διάταξη πληκτρολογίου, δηλαδή γράψει «*kalaui*» δεν του προτείνει σωστή διόρθωση.



Σχήμα 2.6: Αποτυχημένες πρότασεις λέξεων από το Google Translate.

Επίσης λειτουργεί αποκλειστικά στην ιστοσελίδα της Google, που βρίσκεται το Google Translate, και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε επίπεδο λειτουργικού συστήματος, δηλαδή να μπορεί να διορθώσει την εμφάνιση των παραπάνω σφαλμάτων σε οποιαδήποτε εφαρμογή εκτελείται στον υπολογιστή.

Τα παραπάνω λογισμικά λειτουργούν αρκετά καλά και υποστηρίζουν πληθώρα γλωσσών (η πλειοψηφία είναι αγγλικά, ρώσικα και διάφορες ασιατικές διαλέκτοι), αλλά δεν λειτουργούν βέλτιστα για τα Ελληνικά. Επίσης το γεγονός ότι η ελληνική γλώσσα περιέχει τονικά σύμβολα (τόνος, διαλυτικά) καθιστά την υλο-

ποίηση ενός τέτοιου συστήματος ακόμα πιο δύσκολη.

2.8 Συζήτηση μεθόδων

Οι μέθοδοι που περιγράφονται στην ενότητα 2.7 αποτελούν πρακτικές λύσεις στην αντιμετώπιση των σφαλμάτων διάταξης. Παρόλο αυτά σχεδόν όλες έχουν εφαρμογή σε ασιατικές διατάξεις πληκτρολογίου σε συνδυασμό με την αγγλική διάταξη και δεν λειτουργούν βέλτιστα με άλλες. Επιπλέον, με ελάχιστες εξαιρέσεις, δεν δίνεται η δυνατότητα προσωποποίησης της μεθόδου στον τρόπο πληκτρολόγησης του κάθε χρήστη (προσθήκη δικών του λέξεων στο λεξικό-διαγραφή λέξεων από το λεξικό).

Για τους παραπάνω λόγους σε αυτήν την διπλωματική εργασία προτείνεται η μέθοδος **Αυτόματης Αντικατάστασης** (*Auto Replace*), που πραγματοποιεί αυτόματη διόρθωση των σφαλμάτων διάταξης πληκτρολογίου μεταξύ της αγγλικής και την ελληνικής διάταξης. Αναπτύχθηκε εφαρμογή που την υλοποιεί, και περιλαμβάνει γραφική διεπαφή προκειμένου να δίνεται οπτική αλληλεπίδραση προς τον χρήστη σχετικά με τις λέξεις που εισάγει, καθώς επίσης και να του δίνεται η δυνατότητα, μέσω συγκεκριμένων λειτουργιών να προσωποποιεί την εφαρμογή στον τρόπο πληκτρολόγησης του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

3.1 Εισαγωγή

Για την αντιμετώπιση των σφαλμάτων διάταξης μεταξύ της αγγλικής και της ελληνικής διάταξης προτείνεται η μέθοδος **Αυτόματης Αντικατάστασης**, που αναγνωρίζει και διορθώνει *on-the-fly* αυτά τα σφάλματα. Στο κεφάλαιο αυτό θα μελετηθεί η διαδικασία σχεδίασης και ανάπτυξης της εφαρμογής που την υλοποιεί. Αρχικά θα παρουσιαστούν οι προδιαγραφές, τα σενάρια χρήσης της εφαρμογής και ο χάρτης πλοήγησής της. Κατόπιν θα μελετηθεί το είδος της εφαρμογής που αναπτύχθηκε και ποιος ήταν ο κύριος λόγος για αυτήν την επιλογή. Στη συνέχεια, θα παρουσιαστεί και θα αναλυθεί ο τρόπος λειτουργίας, οι διάφορες λειτουργίες της και το διάγραμμα ροής της εφαρμογής. Τέλος θα παρουσιαστούν τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία της και θα γίνει μια συνοπτική περιγραφή του κώδικα της εφαρμογής.

3.2 Στόχος και προδιαγραφές εφαρμογής

Ως σφάλμα διάταξης πληκτρολογίου ορίζεται η πληκτρολόγηση μιας λέξης στην λανθασμένη διάταξη. Το σενάριο της εφαρμογής συνοπτικά είναι **η ανίχνευση και διόρθωση των σφαλμάτων διάταξης που πραγματοποιούνται από τον χρήστη**. Λαμβάνοντας υπόψιν την δυσκολία αποτύπωσης της συμπεριφοράς πληκτρολόγησης κάθε χρήστη, έγινε προσπάθεια να καταγραφούν οι περισσότερες περιπτώσεις που εντοπίζεται ένα από τα παραπάνω λάθη.

Η εφαρμογή που δίνεται στον χρήστη εκτελείται στο παρασκήνιο (*background*) και καταγράφει τα πλήκτρα που πατάει στο πληκτρολόγιό του και συνεπώς τις λέξεις που εισάγει, ενώ συγχρόνως σε περίπτωση εμφάνισης ενός σφάλματος διάταξης πληκτρολογίου πραγματοποιεί διόρθωση αυτού. Έμφαση δόθηκε στην αναγνώριση και διόρθωση των σφαλμάτων διάταξης και στην αξιολόγηση της εμπειρίας του χρήστη από την χρήση της εφαρμογής.

Πριν την υλοποίηση της εφαρμογής συζητήθηκαν και καθορίστηκαν οι προδιαγραφές, ο στόχος της και οι βασικές λειτουργίες και ενέργειες που θα πρέπει να πραγματοποιεί. Ο στόχος της εφαρμογής είναι διπλός:

- Η εκτίμηση της συχνότητας εμφάνισης ενός σφάλματος διάταξης στους Έλληνες χρήστες και πόσο επηρεάζονται από το συγκεκριμένο σφάλμα στην συνολική διαδικασία πληκτρολόγησης.
- Η υποστήριξη των χρηστών στην αντιμετώπιση των παραπάνω σφαλμάτων.

Οι προδιαγραφές της εφαρμογής χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Στις προδιαγραφές τις σχετικές με την ανάπτυξη του μηχανισμού αντιμετώπισης σφάλματος διάταξης πληκτρολογίου και σε αυτές που σχετίζονται με τις γενικές δυνατότητες της εφαρμογής. Στην συνέχεια παρατίθενται αυτές :

- **Προδιαγραφές σχετικές με την ανάπτυξη του μηχανισμού αντιμετώπισης σφάλματος διάταξης πληκτρολογίου**
    1. Να αναγνωρίζει τις εισόδους-λέξεις που πληκτρολογούνται και την γλώσσα στην οποία βρίσκονται αυτές.
    2. Η αποτελεσματικότερη και όσο το δυνατόν ορθότερη ανίχνευση της εμφάνισης σφάλματος διάταξης πληκτρολογίου (mode error).
    3. Η διόρθωση των παραπάνω σφαλμάτων.
    4. Η παροχή κατάλληλης ανάδρασης προς τον χρήστη .
    5. Η παροχή της δυνατότητας στον χρήστη να επεξεργαστεί το λεξικό και να το προσωποποιήσει στον τρόπο πληκτρολόγησής του.
- **Γενικές προδιαγραφές εφαρμογής**
    1. Να τρέχει στο παρασκήνιο (background).

2. Να είναι επεκτάσιμη.

3. Να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλες τις εφαρμογές και παράθυρα του λειτουργικού συστήματος και όχι μόνο σε συγκεκριμένες εφαρμογές.

4. Να έχει την ιδιότητα της φορητότητας τόσο από σύστημα σε σύστημα όσο και από λειτουργικό σύστημα σε λειτουργικό σύστημα.

5. Να εξασφαλίζει την προστασία των συλλεγμένων δεδομένων κατά την αποστολή αυτών

Η εφαρμογή σχεδιάστηκε για το λειτουργικό σύστημα των Windows, αλλά με μικρές παρεμβάσεις μπορεί να τρέξει και σε άλλα λειτουργικά συστήματα. Κάθε ένα από αυτά διαχειρίζεται με διαφορετικό τρόπο τις παρεμβάσεις στο πληκτρολόγιο και συνεπώς απαιτείται διαφορετική προσέγγιση για το καθένα.

3.3 Αλληλεπίδραση με τον τελικό χρήστη

Το θέμα της σχεδίασης του τρόπου με τον οποίο ένα τμήμα λογισμικού έρχεται σε επαφή με το χρήστη είναι πρωταρχικής σημασίας. Ο τρόπος επικοινωνίας της εφαρμογής με τον χρήστη είναι εξίσου σημαντικός με το ίδιο το περιεχόμενό της.

Για τον παραπάνω λόγο αναπτύχθηκε γραφική διεπαφή που υποστηρίζει τον τελικό χρήστη. Βασικός στόχος της στην συγκεκριμένη εφαρμογή είναι η προσφορά ανάδρασης προς τον χρήστη σχετικά με την λέξη που έχει εισάγει, η προσφορά της δυνατότητας επεξεργασίας του λεξικού και η ειδοποίησή του σε περίπτωση εμφάνισης ενός σφάλματος διάταξης.

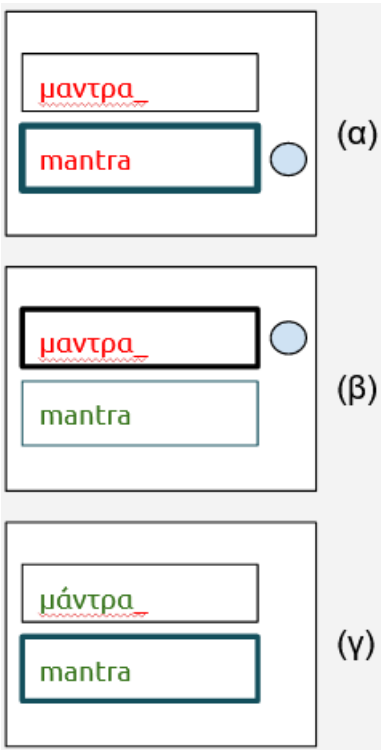
Για την καλύτερη υλοποίηση και λειτουργία του τελικού λογισμικού απαραίτητη είναι η ανάπτυξη ενός πρωτοτύπου που θα λειτουργεί ως βασικός κορμός του σχεδιασμού του. Το πρωτότυπο (prototype) είναι ένας αρχικός σκελετός του λογισμικού που πρόκειται να παραχθεί. Πάνω σ' αυτόν υλοποιούνται και ελέγχονται όλες οι σχεδιαστικές προδιαγραφές ενώ σταδιακά προστίθεται περιεχόμενο. Το πρωτότυπο σχεδιάστηκε μετά από την ανάλυση των απαιτήσεων και των προβλημάτων που θα λύνει η εφαρμογή. Βέβαια πρέπει να αναφερθεί ότι το πρωτότυπο εξελίχθηκε και διαφοροποιήθηκε, προκειμένου να δημιουργηθεί η τελική γραφική διεπαφή, που χρησιμοποιήθηκε στην εφαρμογή. Ένα στιγμιότυπο από την σχεδιαστική διαδικασία αυτού, φαίνεται στο σχήμα 3.1.

Το σχήμα 3.1 αποτέλεσε την βάση της λογικής της σχεδίασης της γραφικής

διεπαφής και δηλώνει:

- στο σχήμα 3.1 (α) ότι αν δεν υπάρχει καμία λέξη στο λεξικό, τότε και οι δύο λέξεις εμφανίζονται με κόκκινο χρώμα,
- στο σχήμα 3.1 (β) ότι αν υπάρχει μόνο η μια λέξη στο λεξικό, τότε αυτή εμφανίζεται με πράσινο χρώμα και
- στο σχήμα 3.1 (γ) οτι αν υπάρχουν και οι δύο λέξεις στο λεξικό, τότε και οι δύο θα εμφανιστούν με πράσινο χρώμα.

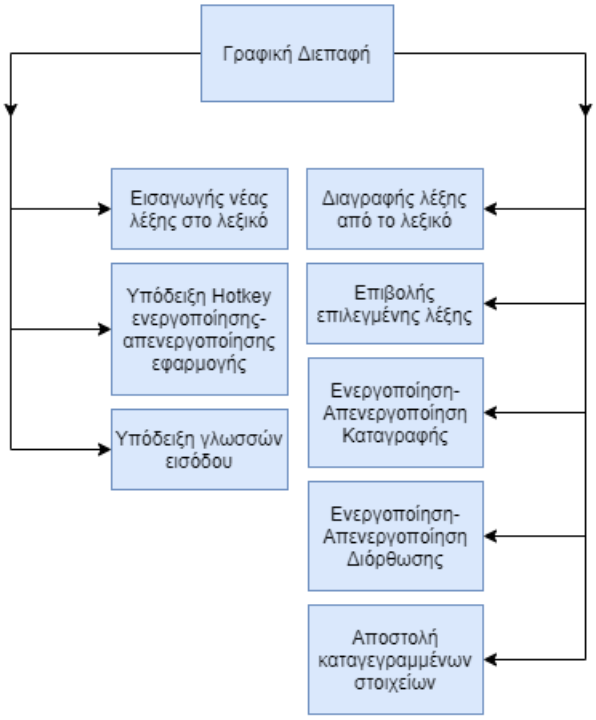
Η μπλε τελεία που φαίνεται δίπλα στις λέξεις (σχήμα 3.1 (α) (β)), είναι ένα κουμπί και με το πάτημα αυτού μπορεί ο χρήστης να προσθέσει την αντίστοιχη λέξη στο λεξικό της εφαρμογής. Έχοντας αυτά τα σκίτσα σαν οδηγό, διαμορφώθηκε η τελική γραφική διεπαφή που αναλύεται στην συνέχεια.



Σχήμα 3.1: Πρωτότυπο γραφικής διεπαφής. Η αρχική σχεδίαση της γραφικής διεπαφής, πάνω στην οποία βασίστηκε η τελική μορφή της.

3.4 Χάρτης πλοήγησης

Ο χάρτης πλοήγησης, δηλ. το διάγραμμα ροής στο οποίο παρουσιάζεται σε αφαιρετική μορφή η δομή της εφαρμογής και αποτελεί βασικό κλειδί στην κατανόησή της φαίνεται στο σχήμα 3.2, και παρουσιάζει συνοπτικά τις δυνατότητες που προσφέρει η γραφική διεπαφή.



Σχήμα 3.2: Χάρτης πλοήγησης εφαρμογής. Σε αυτόν φαίνονται οι βασικές δυνατότητες που έχει η γραφική διεπαφή.

Οι λειτουργίες που φαίνονται στο σχήμα 3.2 περιληπτικά είναι οι παρακάτω και περιγράφονται λεπτομερώς στην ενότητα 3.7.1:

- **Εισαγωγή νέας λέξης στο λεξικό**
  Εμφάνιση νέου παραθύρου για προσθήκη λέξης στο λεξικό της εφαρμογής.

- **Διαγραφή λέξης από το λεξικό**
  Διαγραφή της επιλεγμένης λέξης από την γραφική διεπαφή από το λεξικό της εφαρμογής.

- **Επιβολή επιλεγμένης λέξης**.
  Γραφή της επιλεγμένης λέξης από την γραφική διεπαφή στην οθόνη του υπολογιστή.

- **Ενεργοποίηση - απενεργοποίηση διόρθωσης ή/και καταγραφής**
  Δίνεται η δυνατότητα για ενεργοποίηση και απενεργοποίηση της αυτόματης διόρθωσης και της καταγραφής.

- **Αποστολή καταγεγραμμένων δεδομένων**
  Εμφάνιση συλλεγμένων δεδομένων για επισκόπηση και αποστολή στο `email` συλλογής αρχείων καταγραφής της πειραματικής διαδικασίας.

3.5 Σενάρια χρήσης εφαρμογής

Πριν την περαιτέρω ανάλυση της εφαρμογής, σημαντικό είναι να γίνει μελέτη και παρουσίαση των διάφορων σεναρίων χρήσης της εφαρμογής. Έτσι γίνεται πιο σαφής ο τρόπος αλληλεπίδρασης του χρήστη με την εφαρμογή. Στόχος της μελέτης αυτής είναι να ελεγθεί, εάν ο έως τώρα σχεδιασμός καλύπτει τις προδιαγραφές που έχουν τεθεί και υπακούει βασικές αρχές ευχρηστίας.

3.5.1 Σενάριο χρήσης 1

Στόχος: Ο χρήστης εισάγει κείμενο από το πληκτρολόγιο.

Ενέργεια χρήστη	Απόκριση εφαρμογής
Εισαγωγή λέξης από το πληκτρολόγιο και πάτημα κάποιου τερματικού χαρακτήρα.	Εμφάνιση της λέξης που εισήχθη και της αντίστοιχης λέξης στην εναλλακτική διάταξη.

3.5.2 Σενάριο χρήσης 2

Στόχος: Ο χρήστης θέλει να προσθέσει μια νέα λέξη στο λεξικό, η οποία δεν υπάρχει.

Ενέργεια χρήστη	Απόκριση εφαρμογής
Εισαγωγή λέξης από το πληκτρολόγιο και πάτημα κάποιου τερματικού χαρακτήρα.	Εμφάνιση της λέξης που εισήχθη και της αντίστοιχης λέξης στην εναλλακτική διάταξη πληκτρολογίου και σημείωση εκείνης (ή εκείνων) που βρέθηκε σε κάποιο από τα λεξικά.
Παρατήρηση ότι η λέξη που πληκτρολόγησε δεν υπάρχει είτε στο λεξικό της ενεργής διάταξης είτε σε αυτό της εναλλακτικής. Πάτημα πάνω στην λέξη που θέλει να εισάγει.	Εμφάνιση νέου παραθύρου εισαγωγής λέξης.
Επεξεργασία της λέξης που θέλει να προσθέσει (π.χ. προσθήκη τόνου ή κάποιου κεφαλαίου) και πάτημα του κουμπιού «done»	Εισαγωγή της λέξης, που επεξεργάστηκε ο χρήστης, στο λεξικό και διόρθωση της εισαχθείσας λέξης.

3.5.3 Σενάριο χρήσης 3

Στόχος: Ο χρήστης θέλει να διαγράψει μια λέξη που υπάρχει στο λεξικό.

Ενέργεια χρήστη	Απόκριση εφαρμογής
Εισαγωγή λέξης από το πληκτρολόγιο και πάτημα κάποιου τερματικού χαρακτήρα.	Εμφάνιση της λέξης που εισήχθη και της αντίστοιχης λέξης στην εναλλακτική διάταξη πληκτρολογίου και σημείωση εκείνης (ή εκείνων) που βρέθηκε σε κάποιο από τα λεξικά.
Παρατήρηση ότι η λέξη που έγραψε, ή η αντίστοιχη στην εναλλακτική διάταξη πληκτρολογίου δεν του είναι χρήσιμη ή τον δυσχεραίνει κατά την διαδικασία πληκτρολόγησης.	
Πάτημα του κουμπιού διαγραφής, που αντιστοιχεί στην λέξη που θέλει να διαγράψει από το λεξικό.	Αναζήτηση στην βάση δεδομένων-λεξικό της λέξης που επέλεξε ο χρήστης και διαγραφή αυτής.

3.5.4 Σενάριο χρήσης 4

Στόχος: Η διόρθωση ενός σφάλματος διάταξης που έκανε ο χρήστης.

Ενέργεια χρήστη	Απόκριση εφαρμογής
Εισαγωγή λέξης από το πληκτρολόγιο και πάτημα κάποιου τερματικού χαρακτήρα.	Εμφάνιση της λέξης που εισήχθει και της αντίστοιχης στην εναλλακτική διάταξη πληκτρολογίου και σημείωση ποια είναι σωστή.
	Ελέγχος για σφάλμα διάταξης και σε περίπτωση εμφάνισης τέτοιου, διαγραφή της λανθασμένης λέξης και επαναπληκτρολόγησης της σωστής.

3.5.5 Σενάριο χρήσης 5

Στόχος: Ο χρήστης θέλει να διορθώσει την λανθασμένη πρόβλεψη της εφαρμογής.

Ενέργεια χρήστη	Απόκριση εφαρμογής
Εισαγωγή λέξης από το πληκτρολόγιο, που οδηγεί σε ανίχνευση σφάλματος διάταξης και πάτημα κάποιου τερματικού χαρακτήρα.	Εμφάνιση της λέξης που εισήχθη και της αντίστοιχης λέξης στην εναλλακτική διάταξη, σημείωση εκείνης που υπάρχει στο λεξικό και διόρθωσει του σφάλματος διάταξης.
Παρατήρηση ότι η διορθωμένη λέξη είναι στην μη επιθυμητή διάταξη ή ότι δεν έγινε διόρθωση.	
Πάτημα του κουμπιού επιβολής που αντιστοιχεί στην λέξη που θέλει να γράψει στην οθόνη.	Διαγραφή της λανθασμένης λέξης και γραφή της επιλεγμένης.

3.6 Περιγραφή λεξικού εφαρμογής

Για το λεξικό της εφαρμογής δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων, που περιέχει τις λέξεις για τις δύο γλώσσες εισόδου (διατάξεις πληκτρολογίου). Η βάση δεδομένων δεν είχε ιδιαίτερη πολυπλοκότητα και δεν χρησιμοποιήθηκαν συσχετίσεις μεταξύ των δύο πινάκων της και συνεπώς δεν χρειάστηκε να σχεδιαστεί το διάγραμμα οντοτήτων - συσχετίσεων αυτής. Τα λεξικά που χρησιμοποιήθηκαν βρέθηκαν στο

διαδίκτυο και περιείχαν το αγγλικό περίπου 479 χιλιάδες λέξεις[1] και το ελληνικό περίπου 770 χιλιάδες λέξεις [2].
Οι πίνακες που εντοπίζονται είναι ο «greek» και ο «english» και περιέχουν αντίστοιχα στοιχεία για τις ελληνικές και αγγλικές λέξεις. Η δομή της βάσης και των πινάκων φαίνεται στην εικόνα 3.3.

Name	Type
Tables (2)	
english	
english_word	TEXT
user_added	INTEGER
greek_corresponding_word_exists	INTEGER
lower_english_word	TEXT
greek	
greek_word	TEXT
user_added	INTEGER
english_corresponding_word_exists	INTEGER
lower_greek_word	TEXT
Indices (4)	
english_index	
greek_index	
idx_english_word_lower	
idx_greek_word_lower	

Σχήμα 3.3: Δομή της βάσης δεδομένων, που χρησιμοποιείται από την εφαρμογή.

Ο πίνακας για την ελληνική γλώσσα (και αντίστοιχα για την αγγλική) περιέχεις τις εξής στήλες:

- **greek_word** → είναι το πρωτεύον κλειδί του πίνακα και αντιπροσωπεύει την κάθε ξεχωριστή λεξη του λεξικού. Κάθε λέξη μπορεί να εμφανίζεται μόνο μια φορά μέσα στην βάση δεδομένων.

- **user_added** → η στήλη αυτή χρησιμοποιείται για να προσδιοριστεί αν μία λέξη υπήρχε εξ'αρχής στο λεξικό ή αν προστέθηκε από τον χρήστη κατά την διάρκεια χρήσης της εφαρμογής.

- **greek_corresponding_word_exists** → η στήλη αυτή δηλώνει αν η λέξη υπάρχει με μεταγραφή των χαρακτήρων της στην αγγλική διάταξη (π.χ. το → to). Αυτό έγινε έτσι ώστε να επιταχυνθεί η διαδικασία επιλογής της σωστής διάταξης σε περίπτωση που μια λέξη εμφανίζεται και στις δύο διατάξεις με

[1] https://github.com/dwyl/english-words
[2] http://www.elspell.gr/

μεταγραφή των χαρακτήρων της. Η στήλη αυτή ενημερώνεται αντίστοιχα με την προσθήκη νέας λέξης στο λεξικό της εφαρμογής.

- **lower_greek_word** → η στήλη αυτή περιέχει την λέξη με μικρά γράμματα. Αυτό έγινε έτσι ώστε να καταστεί δυνατή η αναγνώριση λέξεων που εσκεμμένα γράφονται με μικρά γράμματα από τους χρήστες (π.χ. «ell;ada» -> «ελλάδα», ενώ στο λεξικό είναι «Ελλάδα»). Η μετατροπή αυτή δεν πραγματοποιείται *on-the-fly*, καθώς η συνάρτηση για μετατροπή των λέξεων στις αντίστοιχες λέξεις με μικρά του συστήματος βάσης δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε (`SQLite3`), είναι αρκετά αργή στην μετατροπή.

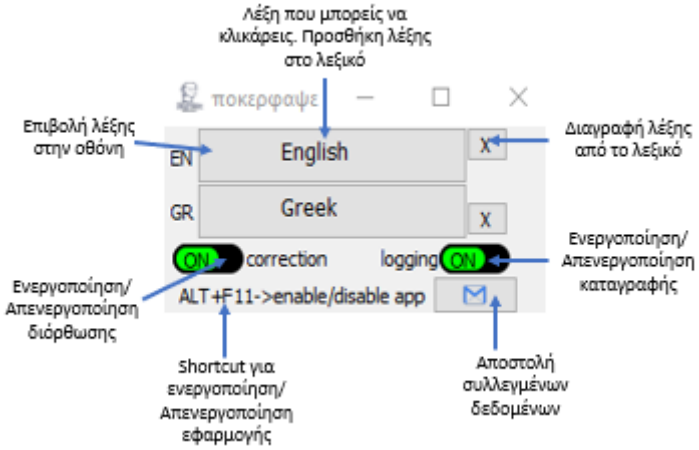
Τέλος υπάρχουν 4 ευρετήρια πάνω στις λέξεις και στις λέξεις με μικρά γράμματα για τις δύο γλώσσες. Η χρήση των ευρετηρίων ήταν επιτακτική, καθώς με αυτόν τον τρόπο βελτιώθηκε η ταχύτητα αναζήτησης περίπου κατά 100 φορές.

3.7 Σχεδίαση γραφικής διεπαφής

3.7.1 Βασική γραφική διεπαφή

Για την υλοποίηση μέρους της γραφικής διεπαφής χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Qt Designer[3]. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα διευκολύνει την δημιουργία γραφικών διεπαφών με τεχνικές Drag & Drop. Η αρχική διεπαφή που βλέπει ο χρήστης, και η οποία ανανεώνεται με κάθε νέα λέξη που εισάγει, αποτελείται από δύο γραμμές, που κάθε μια αντιστοιχεί σε μια διάταξη πληκτρολογίου. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε για δύο γλώσσες εισόδου, τα αγγλικά, που εμφανίζονται στην πρώτη γραμμή και τα ελληνικά που εμφανίζονται στην δεύτερη γραμμή.

[3]https://build-system.fman.io/#features



Σχήμα 3.4: Βασική γραφική διεπαφή εφαρμογής. Δείχνει στον χρήστη την λέξη που εισάγει και την αντίστοιχη στην εναλλακτική διάταξη και ποιά από αυτές εντοπίστηκε στα λεξικά της εφαρμογής. Περιέχει ορισμένα κουμπιά με συγκεκριμένες λειτουργίες.

Στην διεπαφή υπάρχουν συνολικά 9 αντικείμενα, με τα οποία μπορεί να αλληλεπιδράσει ο χρήστης και αντιστοιχούν σε πέντε λειτουργίες:

- **Εισαγωγή νέας λέξης στο λεξικό της εφαρμογής**
  Με το πάτημα της ετικέτας λέξης, δηλαδή πάνω ακριβώς στην λέξη, εμφανίζεται ένα νέο παράθυρο για εισαγωγή νέας λέξης στην βάση δεδομένων - λεξικό της εφαρμογής. Με αυτόν τον τρόπο ο χρήστης μπορεί να διαμορφώσει το λεξικό της εφαρμογής στον δικό του προσωπικό τρόπο πληκτρολόγησης.

- **Διαγραφή υπάρχουσας λέξης από το λεξικό της εφαρμογής**
  Με το πάτημα αυτού του κουμπιού, ο χρήστης διαγράφει από το λεξικό την λέξη που αντιστοιχεί στην γραμμή του κουμπιού που πάτησε. Έτσι μπορεί να διαγράψει λέξεις που δεν τις χρησιμοποιεί ή λέξεις στις οποίες παρατηρεί ότι η εφαρμογή, διορθώνει λανθασμένα.

- **Επιβολή γραφής λέξης στην οθόνη**
  Ο χρήστης μπορεί με το πάτημα αυτού του κουμπιού να γράψει στην οθόνη την λέξη, που αντιστοιχεί στην γραμμή του κουμπιού που πάτησε. Χρησιμοποιείται για την επαναφορά της αρχικά πληκτρολογημένης λέξης σε περίπτωση λανθασμένης διόρθωσης της εφαρμογής.

- **Ενεργοποίηση - απενεργοποίηση διόρθωσης ή/και καταγραφής δεδομένων**.

Ο χρήστης μπορεί με το πάτημα του διακόπτη ON-OFF να ενεργοποιήσει και να απενεργοποιήσει αντίστοιχα την διόρθωση ή/και την καταγραφή των δεδομένων (logging). Επιπρόσθετα με τα παραπάνω ο χρήστης μπορεί να απενεργοποιήσει εντελώς την εφαρμογή (καταγραφή, διόρθωση και οπτική αλληλεπίδραση) με το πάτημα του συνδυασμού πλήκτρων «`Alt + *`» ή «`Alt + F11`».

- **Επισκόπηση και αποστολή συλλεγμένων δεδομένων**
  Με το πάτημα αυτού του κουμπιού ο χρήστης μπορεί να δει τα συλλεγμένα δεδομένα και να τα επεξεργαστεί και εν συνεχεία να τα αποστείλει στο email συλλογής αρχείων καταγραφής της πειραματικής διαδικασίας. Με αυτήν την λειτουργία γίνεται η συλλογή των δεδομένων.

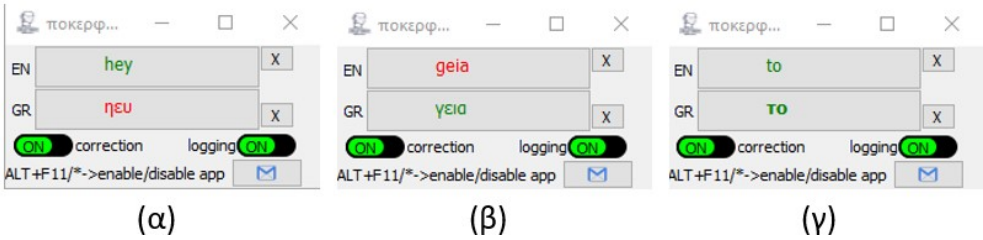
Οι λειτουργίες της προσθήκης και διαγραφής λέξης από το λεξικό δίνουν την δυνατότητα στον χρήστη να το επεξεργαστεί και να το προσωποποιήσει στον τρόπο πληκτρολόγησής του.

Όταν εισάγει ο χρήστης μια λέξη, τότε η εφαρμογή τον ενημερώνει, μέσω της γραφικής διεπαφής για το αν βρέθηκε αυτή η λέξη σε κάποιο λεξικό της. Στο σχήμα 3.5 φαίνονται οι τρεις διαφορετικές περιπτώσεις λέξεων που μπορούν να εισαχθούν, με αντίστοιχο παράδειγμα για την κάθε μια.

- Στην πρώτη περίπτωση (σχήμα 3.5 (α)) η λέξη που εισήχθη, είτε είναι η λέξη «*ηευ*» είτε είναι η λέξη «*hey*», υπάρχει μόνο στο αγγλικό λεξικό της εφαρμογής. Έτσι η λέξη που βρέθηκε στο λεξικό γίνεται πράσινη.

- Όμοια στην δεύτερη περίπτωση (σχήμα 3.5 (β)) για λέξη που βρέθηκε μόνο στο ελληνικό λεξικό.

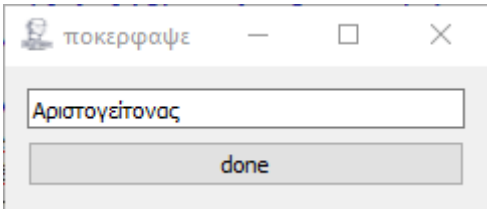
- Στην τρίτη περίπτωση (σχήμα 3.5 (γ)) η λέξη που εισήχθη υπάρχει και στα δύο λεξικά με την αντίστοιχη μεταγραφή των χαρακτήρων της. Η εφαρμογή δηλώνει με έντονα γράμματα εκείνη που προβλέπει ως σωστή.



Σχήμα 3.5: Αλληλεπίδραση γραφικής διεπαφής με τον χρήστη.

3.7.2 Διεπαφή εισαγωγής νέας λέξης

Με το πάτημα πάνω ακριβώς στην λέξη, στην γραφική διεπαφή, εμφανίζεται ένα αναδυόμενο παράθυρο (*pop-up window*), το οποίο περιέχει την λέξη που πάτησε ο χρήστης. Σε αυτό το σημείο μπορεί να επεξεργαστεί την λέξη που θέλει να εισάγει στο λεξικό και με το πάτημα του κουμπιού «`done`», να την εισάγει. Ο χρήστης με αυτόν τον τρόπο μπορεί να εξατομικεύσει την εφαρμογή και να την προσαρμόσει στον προσωπικό του τρόπο πληκτρολόγησης.



Σχήμα 3.6: Διεπαφή εισαγωγής λέξης. Στο παράδειγμα η λέξη «Αριστογείτονας» δεν υπάρχει στο λεξικό και ο χρήστης αποφασίζει να την εισάγει.

3.7.3 Διεπαφή αποστολής συλλεγμένων δεδομένων

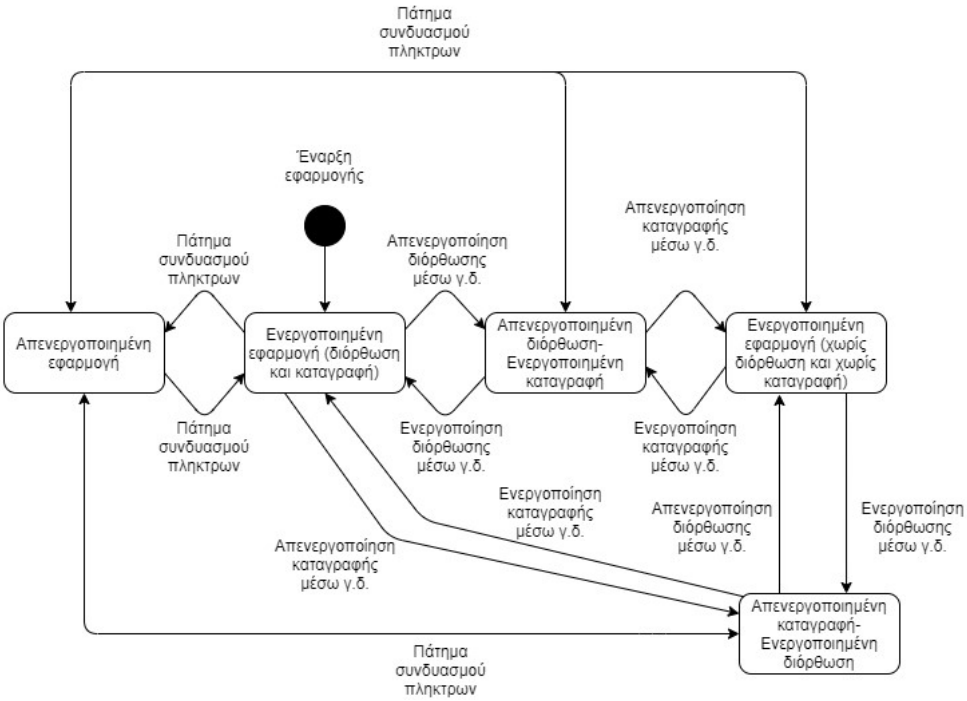
Με το πάτημα του κουμπιού αποστολής δεδομένων ανοίγει ένα νέο παράθυρο, που δίνει στον χρήστη δύο επιλογές, την επισκόπηση των καταγεγραμμένων δεδομένων και την αποστολή αυτών. Ο χρήστης μπορεί να κάνει επισκόπηση στα στοιχεία που έχουν καταγραφεί και να τα επεξεργαστεί, σε περίπτωση που θέλει (π.χ. διαγραφή ορισμένων στοιχείων), και στην συνέχεια να τα αποστείλει. Ο τρόπος αποστολής αυτών αναλύεται στην ενότητα 3.15.2.

Σχήμα 3.7: Διεπαφή αποστολής δεδομένων. Ο χρήστης μπορεί να δει τα καταγεγραμμένα δεδομένα με το πάτημα του κουμπιού «`Inspect Log Files`» και να τα στείλει με το κουμπί «`Send log files`».

3.8 Καταστάσεις εφαρμογής

Η σχεδίαση της εφαρμογής είχε σαν κύρια επιδίωξη την διευκόλυνση του τελικού χρήστη και την προσφορά ελευθερίας προς αυτόν σε ό,τι αφορά τις λειτουργίες

της. Όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 3.7.1 ο χρήστης μπορεί να απενεργοποιήσει και να ενεργοποιήσει ορισμένες λειτουργίες της εφαρμογής, καθώς επίσης και ολόκληρη την εφαρμογή. Αξίζει συνεπώς να σημειωθούν οι καταστάσεις στις οποίες μπορεί να βρίσκεται η εφαρμογή (σχήμα 3.8).



Σχήμα 3.8: Καταστάσεις εφαρμογής. Στο σχήμα αυτό φαίνονται οι διάφορες καταστάσεις στις οποίες μπορεί να βρίσκεται η εφαρμογή. Ο χρήστης μπορεί να μεταβεί στις διάφορες καταστάσεις της εφαρμογής πατώντας τα αντίστοιχα κουμπιά που βρίσκονται στην γραφική διεπαφή (γ.δ.). Με το πάτημα συνδυασμού πλήκτρων μπορεί να ενεργοποιήσει και να απενεργοποιήσει ολόκληρη την εφαρμογή.

Αρχικά στην περίπτωση που ο χρήστης απενεργοποιήσει ολοκληρωτικά την καταγραφή, με το πάτημα συγκεκριμένου συνδυασμού πλήκτρων («`ALT + F11`» ή «`ALT + *`»), δεν πραγματοποιείται καταγραφή των στοιχείων που εισάγει από το πληκτρολόγιο, ούτε αυτόματη διόρθωση των σφαλμάτων διάταξης.

Όταν η εφαρμογή είναι ενεργοποιημένη μπορεί να εμφανιστούν ορισμένοι συνδυασμοί των καταστάσεων που εμφανίζονται στο σχήμα 3.8. Συγκεκριμένα:

- **Ενεργοποιημένη διόρθωση - Ενεργοποιημένη καταγραφή**
  Σε αυτήν την κατάσταση η εφαρμογή πραγματοποιεί καταγραφή των στοιχείων σε αρχείο καταγραφής και αυτόματη διόρθωση των σφαλμάτων διάταξης.

- **Ενεργοποιημένη διόρθωση - Απενεργοποιημένη καταγραφή**
  Σε αυτήν την κατάσταση η εφαρμογή πραγματοποιεί διόρθωση, αλλά δεν καταγράφει τα στοιχεία πληκτρολόγησης του χρήστη.

- **Απενεργοποιημένη διόρθωση - Ενεργοποιημένη καταγραφή**
  Σε αυτήν την κατάσταση δεν γίνεται αυτόματη διόρθωση των σφαλμάτων διάταξης που κάνει ο χρήστης, αλλά καταγράφονται οι ενέργειες που πραγματοποιεί.

- **Απενεργοποιημένη διόρθωση - Ενεργοποιημένη καταγραφή**
  Σε αυτήν την κατάσταση δεν πραγματοποιείται καμία από τις λειτουργίες που αναφέρθηκαν παραπάνω, αλλά μόνο προσφέρεται οπτική αλληλεπίδραση προς τον χρήστη.

3.9 Αρχιτεκτονική της εφαρμογής

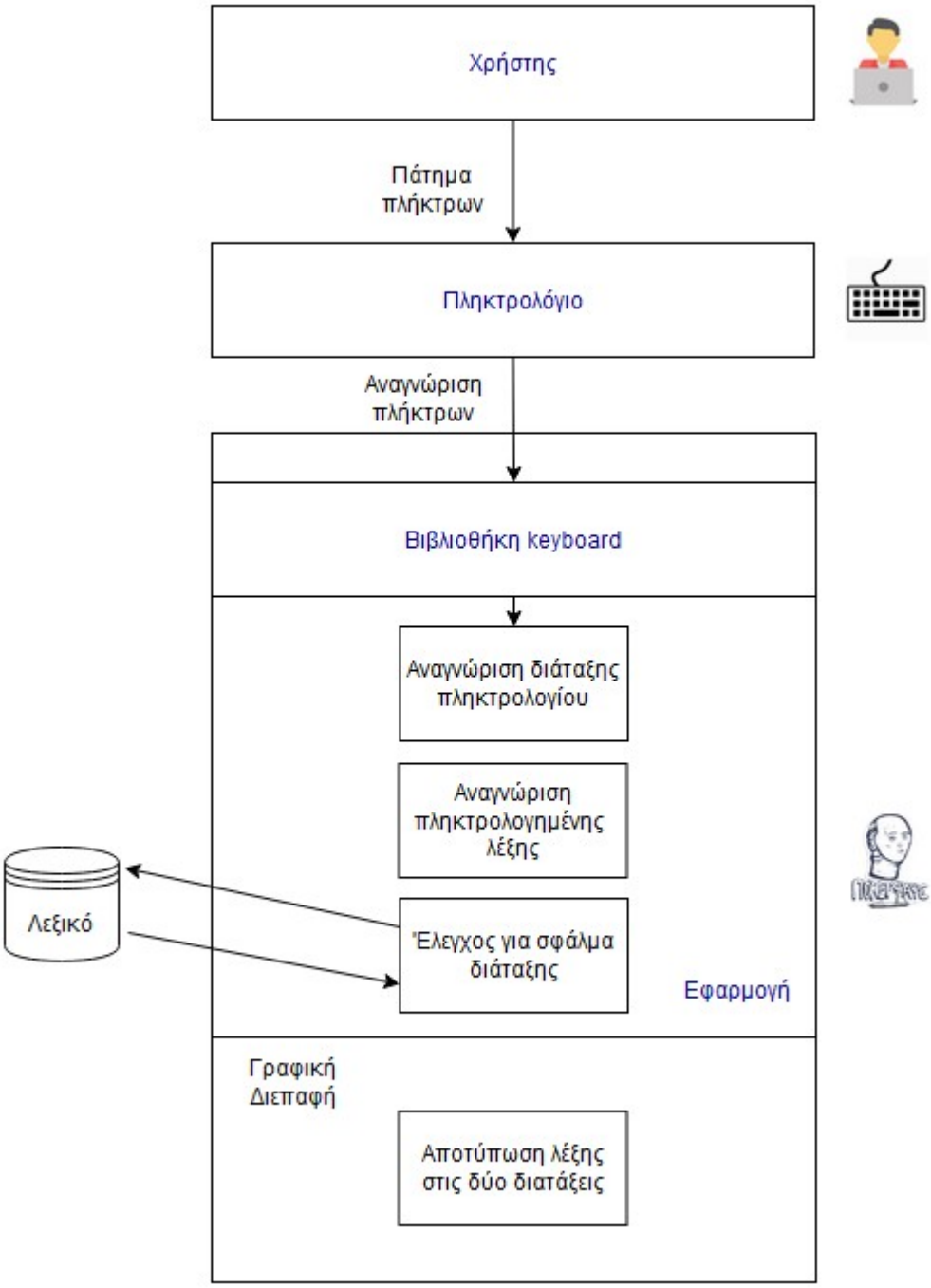
Στο σχήμα 3.9 φαίνεται το αρχιτεκτονικό διάγραμμα της εφαρμογής. Περιλαμβάνει τα βασικά στοιχεία με τα οποία αλληλεπιδρά η εφαρμογή και τα βήματα που ακολουθεί για να φτάσει στο τελικό αποτέλεσμα.

Αρχικά η εφαρμογή καταγράφει, μέσω συγκεκριμένης βιβλιοθήκης που υλοποιεί την καταγραφή των πλήκτρων που πιέζονται από το πληκτρολόγιο σε πιο χαμηλό επίπεδο, τα στοιχεία που εισάγει ο χρήστης. Στην συνέχεια αναγνωρίζει την διάταξη πληκτρολογίου και την εισαχθείσα λέξη. Κατόπιν επικοινωνεί με την βάση δεδομένων για να εξάγει την τελική απόφαση ως προς την διόρθωση. Τέλος, αποτυπώνει τις λέξεις στην γραφική διεπαφή και πραγματοποιεί διόρθωση αν χρειάζεται.

3.10 Διάγραμμα ροής εφαρμογής

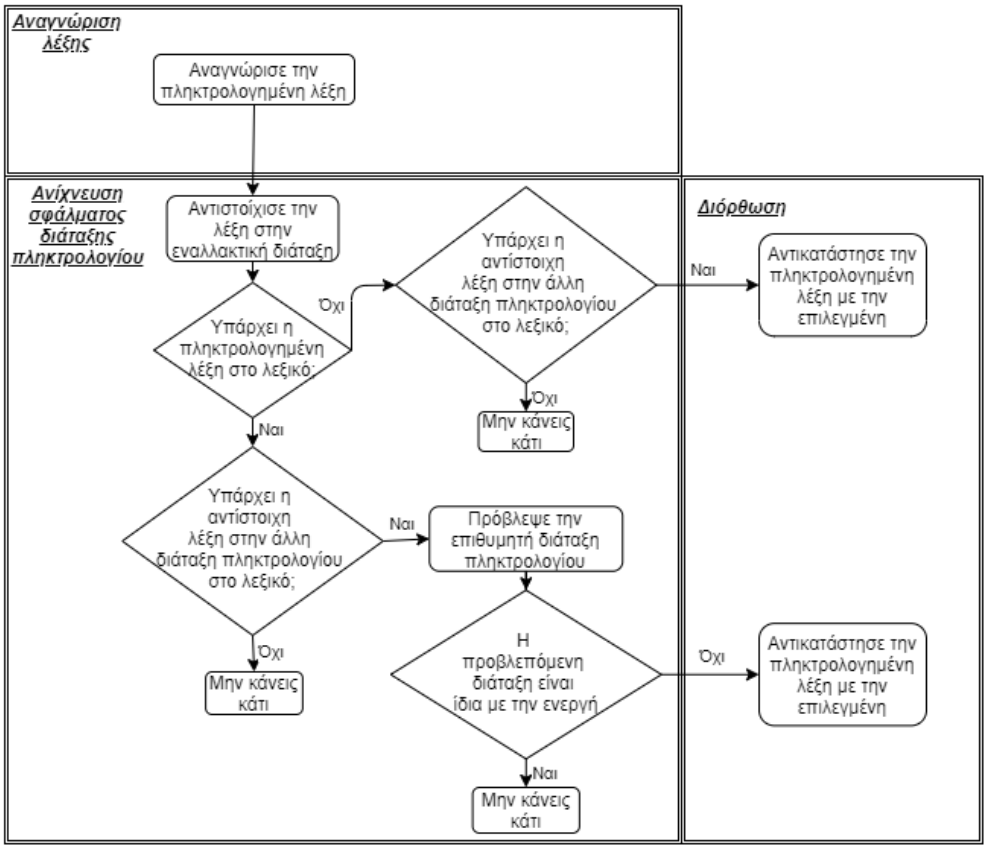
Μετά την περιγραφή των λειτουργιών της εφαρμογής και της σχεδίασης του βασικού κορμού της παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής, έτσι ώστε να είναι εύκολα κατανοητός ο τρόπος λειτουργίας της.

Αρχικά η εφαρμογή αναγνωρίζει την λέξη που εισήχθη και την διάταξη στην οποία πληκτρολογήθηκε. Κατόπιν μετρατρέπει την λέξη στην αντίστοιχη στην εναλλακτική διάταξη, με μεταγραφή των χαρακτήρων της, και ελέγχει αν η εισαχθήσα λέξη από τον χρήστη υπάρχει στο λεξικό. Αν δεν υπάρχει, ελέγχει αν η λέξη στην εναλλακτική διάταξη εμφανίζεται σε αυτό. Αν το τελευταίο ισχύει τότε πραγ-



Σχήμα 3.9: Αρχιτεκτονικό διάγραμμα εφαρμογής. Φαίνονται τα βασικά στοιχεία με τα οποία αλληλεπιδρά η εφαρμογή.

ματοποιεί διόρθωση, ενώ σε αντίθετη περίπτωση δεν κάνει κάτι. Αν τώρα υπάρχει η πληκτρολογημένη λέξη στο λεξικό και δεν υπάρχει η αντίστοιχη στην εναλλακτική διάταξη, δεν κάνει κάποια ενέργεια. Στην ειδική περίπτωση που και οι δύο παραπάνω λέξεις εμφανίζονται στο λεξικό προβλέπει την επιθυμητή διάταξη του χρήστη (ενότητα 3.13.2) και αναλόγως το αποτέλεσμα, οδηγείται ή όχι σε διόρθωση.



Σχήμα 3.10: Διάγραμμα ροής εφαρμογής. Πρόκειται ουσιαστικά για το διάγραμμα ροής της διαδικασίας αναγνώρισης και διόρθωσης των σφαλμάτων διάταξης.

Όλα τα βήματα που φαίνονται στο σχήμα 3.10 αναλύονται διεξοδικά σε επόμενες ενότητες.

3.11 Διαδικασία καταγραφής εισαγόμενων στοιχείων από το πληκτρολόγιο

Αναγνώριση λέξεων

Σε αυτό το σημείο θα περιγραφεί η διαδικασία καταγραφής και αναγνώρισης των λέξεων που εισάγονται από το πληκτρολόγιο. Στα πλαίσια της εφαρμογής έγινε η σύμβαση ότι κάθε νέα λέξη θα καταγράφεται μετά από το πάτημα κάποιου **τερματικού χαρακτήρα** (Παράρτημα Γ΄). Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται και από άλλα προγράμματα διόρθωσης κειμένου. Η εφαρμογή αναγνωρίζει κάθε χαρακτήρα που πατιέται και τον προσθέτει σε μια συμβολοσειρά που αντιπροσωπεύει την τωρινή λέξη που εισάγει ο χρήστης. Έτσι με το πάτημα ενός τερματικού χαρακτήρα, αναγνωρίζεται η λέξη που έχει εισάγει ο χρήστης από το πληκτρολόγιό του.

Σύνθετοι χαρακτήρες

Ειδικός χειρισμός έπρεπε να γίνει για την περίπτωση χαρακτήρων που εμφανίζονται με αλληλουχία πληκτρολογήσεων, όπως η εμφάνιση τονικών στοιχείων σε μια λέξη και μάλιστα σε μια ελληνική λέξη που έχει εισαχθεί με λατινικούς χαρακτήρες. Για τον σωστό προσδιορισμό αυτών των περιπτώσεων προστίθεται στην συμβολοσειρά εισόδου η αντιστοιχία του τονικού σημείου στην λατινική διάταξη πληκτρολογίου όπως παρακάτω:

- Τόνος: ´ → ; → π.χ. l;ogos
- Διαλυτικά: ¨ → : → π.χ. ma:imo;y

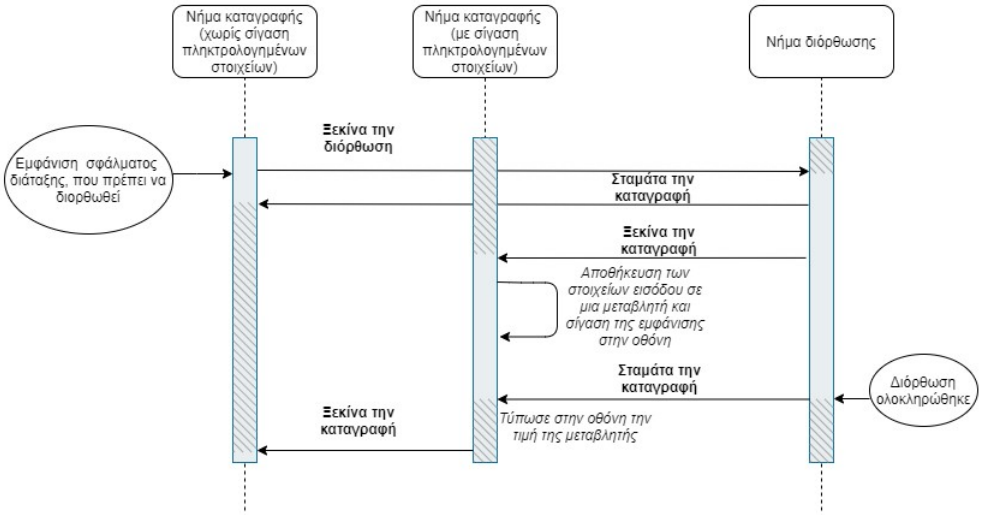
Αναγνώριση διάταξης πληκτρολογίου

Καθώς η βιβλιοθήκη που χρησιμοποιείται για την αναγνώριση των πλήκτρων, υλοποιεί ένα `listener` πάνω στο πληκτρολόγιο σε low-level επίπεδο, δεν αναγνωρίζει την αλλαγή διάταξης, αλλά «διαβάζει» τον κωδικό των πλήκτρων στην διάταξη που ξεκίνησε το πρόγραμμα. Για παράδειγμα αν το πρόγραμμα ξεκίνησε και η ενεργή διάταξη του πληκτρολογίου είναι η αγγλική, τότε κάθε χαρακτήρας που εισάγεται στην συνέχεια θα θεωρείται αγγλικός χαρακτήρας, δηλαδή αν εισαχθεί ο χαρακτήρας «a», αναγνωρίζει τον κωδικό για το «a», αλλά αν γίνει αλλαγή διάταξης και εισαχθεί ο ελληνικός χαρακτήρας «α», αναγνωρίζει πάλι τον κωδικό για τον χαρακτήρα «a». Για τον παραπάνω λόγο δημιουργήθηκε συνάρτηση η οποία αναγνωρίζει την ενεργή διάταξη του πληκτρολογίου και μετατρέπει τον κωδικό

του χαρακτήρα στον αντίστοιχο σωστό για αυτήν. Μια διαφορετική προσέγγιση θα ήταν να δημιουργείται ένας νέος `listener` σε κάθε αλλαγή διάταξης, αλλά η τεχνική αυτή δεν επιλέχθηκε, καθώς απαιτεί περισσότερο χρόνο, γεγονός μη αποδεκτό για τον συγκεκριμένο τύπο εφαρμογής.

Άλλο ένα ζήτημα που απασχόλησε κατά την διαδικασία υλοποίησης της εφαρμογής ήταν η ταχύτητα ανταπόκρισης σε μια νέα πληκτρολογημένη λέξη. Συγκεκριμένα προκειμένου να μπορεί η εφαρμογή να καλύπτει όλους τους χρήστες, και αυτούς που πληκτρολογούν αργά αλλά ειδικά και αυτούς που πληκτρολογούν γρήγορα, έπρεπε οι υπολογισμοί της να είναι ταχύτατοι και να αποφασίζει για τις ενέργειες που πρέπει να κάνει σε μηδαμινό χρόνο. Σε αρχική υλοποίηση της εφαρμογής δεν γινόταν χρήση πολυνηματικών τεχνικών (multithreading techniques) με αποτέλεσμα να εντοπίζονταν ορισμένα προβλήματα που περιγράφονται στην επόμενη παράγραφο.

Στην τελική υλοποίηση της εφαρμογής εντοπίζονται τρία βασικά νήματα (threads), τα οποία σχετίζονται άμεσα με τον μηχανισμό αναγνώρισης και διόρθωσης της εφαρμογής, και ενημερώνονται για τις καταστάσεις των άλλων με ενσωματωμένους μηχανισμούς ταυτόχρονου προγραμματισμού της γλώσσας προγραμματισμού Python, στην οποία είναι αναπτυγμένη η εφαρμογή. Η χρήση της πολυνηματικής προσέγγισης ήταν απαραίτητη για τον τύπο της εφαρμογής, καθώς έλυσε ένα βασικό πρόβλημα που εμφανίστηκε. Παρατηρήθηκε ότι, όταν ο χρήστης πληκτρολογούσε πολύ γρήγορα, και μάλιστα στις μεγαλύτερες λέξεις, η εφαρμογή χρειαζόταν κάποιο χρόνο για να κάνει τους υπολογισμούς της και να διορθώσει την είσοδο του χρήστη. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα μερικές φορές να εντοπιζόταν μια επικάλυψη μεταξύ των πληκτρολογημένων γραμμάτων του χρήστη και των εικονικών πλήκτρων που έστελνε η εφαρμογή. Το παραπάνω πρόβλημα λύθηκε με την χρήση δύο νημάτων καταγραφής των πλήκτρων του χρήστη (σχήμα 3.11). Το **νήμα καταγραφής χωρίς σίγαση πληκτρολογημένων στοιχείων** αναγνωρίζει τα πλήκτρα και τα εμφανίζει στην οθόνη και το **νήμα καταγραφής με σίγαση πληκτρολογημένων στοιχείων**, δεν εμφανίζει τα πλήκτρα που πατάει ο χρήστης στην οθόνη, αλλά τα αποθηκεύει προσωρινά σε μια μεταβλητή (`buffer`) και τα τυπώνει μετά την διαδικασία διόρθωσης. Το τελευταίο βασικό νήμα είναι το **νήμα διόρθωσης**, το οποίο ενημερώνεται από τα δύο υπόλοιπα και πραγματοποιεί την διόρθωση του σφάλματος διάταξης.



Σχήμα 3.11: Διάγραμμα επικοινωνίας νημάτων (thread diagram). Φαίνεται η επικοινωνία και τα μηνύματα που στέλνονται μεταξύ των τριών βασικών νημάτων της εφαρμογής σε περίπτωση εμφάνισης σφάλματος διάταξης.

3.12 Τρόποι εντοπισμού σφάλματος διάταξης

Η εφαρμογή αναγνωρίζει δύο τύπους σφαλμάτων διάταξης.

- **Σφάλμα διάταξης τύπου I:**
  ο χρήστης εισάγει ολόκληρη την λέξη στην λανθασμένη διάταξη και πατάει κάποιον τερματικό χαρακτήρα (γεγονός εκκίνησης της διαδικασίας αναζήτησης και διόρθωσης σφάλματος διάταξης). Οι πιθανοί τερματικοί χαρακτήρες για τις δύο διατάξεις πληκτρολογίου βρίσκονται σε ένα εξωτερικό αρχείο `txt` (Παράρτημα Γ΄) και φορτώνονται με την εκκίνηση της εφαρμογής. Η υλοποίηση αυτή έγινε με αυτόν τον τρόπο, ώστε να μπορεί ο χρήστης να προσθέσει ή να αφαιρέσει κάποιον από αυτούς κατά βούληση. Στις επόμενες ενότητες δίνεται με λεπτομέρεια η διαδικασία εύρεσης και διόρθωσης ενός σφάλματος διάταξης, που υπάγεται σε αυτόν τον τύπο σφαλμάτων.

- **Σφάλμα διάταξης τύπου II:**
  ο χρήστης πληκτρολογεί μια λέξη με λανθασμένη διάταξη, αλλά το παρατηρεί προτού αναγνωρισθεί νέα λέξη από την εφαρμογή (ενότητα 3.11) και το διορθώνει. Η διαδικασία ανίχνευσης αυτής της συγκεκριμένης περίπτωσης δίνεται στον αλγόριθμο 1.

  Για να γίνει πιο κατανοητός ο αλγόριθμος 1 και βασικά η περίπτωση εμφάνι-

Αλγόριθμος 1 Αλγόριθμος εντοπισμού σφάλματος διάταξης χωρίς πάτημα τερματικού χαρακτήρα (**σφάλμα διάταξης τύπου ΙΙ**)

1: Ο χρήστης εισάγει μια συμβολοσειρά-λέξη μήκους M με την μη επιθυμητή διάταξη πληκτρολογίου, χωρίς να πατήσει τερματικό χαρακτήρα.
2: Ο χρήστης παρατηρεί, ότι γράφει με την μη επιθυμητή διάταξη και πατάει M φορές το πλήκτρο Backspace.
3: Η εφαρμογή αποθηκεύει σε μια μεταβλητή *προηγούμενη_λέξη* την συμβολοσειρά που εισήγαγε ο χρήστης πριν την διαγραφή.
4: Ο χρήστης αλλάζει την διάταξη πληκτρολογίου.
5: Η εφαρμογή αναγνωρίζει την αλλαγή της διάταξης πληκτρολογίου.
6: Ο χρήστης πληκτρολογεί την επιθυμητή λέξη *νέα_λέξη* στην σωστή διάταξη πληκτρολογίου και πατάει κάποιον τερματικό χαρακτήρα.
7: Η εφαρμογή ελέγχει, όταν πατηθεί τερματικός χαρακτήρας, αν η συμβολοσειρά της μεταβλητής *προηγούμενη_λέξη*, με μεταγραφή των χαρακτήρων της στην εναλλακτική διάταξη, υπάρχει μέσα στην μεταβλητή νέα_λέξη.
8: Αν υπάρχει, τότε καταγράφει κατάλληλο μήνυμα στο αρχείο log.
9: Αν δεν υπάρχει, συνεχίζει χωρίς να κάνει κάτι.

σης ενός σφάλματος διάταξης με αυτόν τον τρόπο, θα δοθεί και ένα πρακτικό παράδειγμα. Έστω ότι ο χρήστης έχει ενεργή την ελληνική διάταξη πληκτρολογίου και θέλει να γράψει την λέξη «tonight». Αρχίζοντας να πληκτρολογεί και έχοντας φτάσει στο σημείο που έχει εισάγει τους χαρακτήρες «τονιγ», παρατηρεί ότι δεν πληκτρολογεί με την επιθυμητή διάταξη. Στην περίπτωση που ο χρήστης σβήσει, αλλάξει διάταξη και πληκτρολογήσει την λέξη «tonight», η εφαρμογή σημειώνει ότι έχει γίνει ένα σφάλμα διάταξης αυτού του τύπου.

3.12.1 Περιορισμοί της αναγνώρισης λέξης με τερματικούς χαρακτήρες

Πριν την ανάλυση του τρόπου αντιμετώπισης και διόρθωσης των σφαλμάτων διάταξης τύπου Ι, καλό είναι να γίνει μια ιδιαίτερη αναφορά στον τρόπο που υιοθετήθηκε για την εκκίνηση της παραπάνω διαδικασίας. Η τεχνική αναγνώρισης νέας λέξης βασίζεται στο πάτημα ενός τερματικού από τον χρήστη. Αυτή η μέθοδος αναγνώρισης χρησιμοποιείται και από άλλα συστήματα που περιέχουν την λειτουργικότητα της διόρθωσης.

Σε αυτό το σημείο θα γίνει μια προσπάθεια καταγραφής των σημείων στα οποία η εφαρμογή και δη ο αλγόριθμος αναγνώρισης σφάλματος διάταξης τύπου

II (αλγόριθμος 2) μπορεί να υποπέσει σε λανθασμένη αναγνώριση ενός τέτοιου ή/και σε αγνόησή του. Γίνεται ανάλυση αυτών στην συνέχεια :

- **Μη πάτημα τερματικού χαρακτήρα (delimiter)**
  Ο χρήστης μπορεί να γράψει μια λέξη και να μην πατήσει τερματικό χαρακτήρα (ενέργεια εκκίνησης αναζήτησης σφάλματος διάταξης), αλλά να μετακινήσει τον κέρσορα με το ποντίκι ή με τα βέλη του πληκτρολογίου. Σε αυτήν την περίπτωση η εφαρμογή δεν μπορεί να αναγνωρίσει το λάθος και συνεπώς δεν μπορεί να το διορθώσει.

- **Λέξεις με ίδιο προφίλ χαρακτήρων character profile**
  Λέξεις οι οποίες γράφονται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο - με τα ίδια γράμματα και στις δύο γλώσσες όπως η λέξη «*to*» και η λέξη «*το*» μπορούν να οδηγήσουν σε λάθος διάγνωση του αλγορίθμου και συνεπώς σε λανθασμένη διόρθωση.

- **Ο χρήστης δεν πληκτρολόγησε σωστά μια λέξη**
  Η συγκεκριμένη κατάσταση μπορεί να ωθήσει τον αλγόριθμο σε λάθος συμπέρασμα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι μια λέξη χωρίς τόνο (π.χ. η λέξη «*αργό*») ή μια λέξη χωρίς κάποια γράμματα (π.χ. ο χρήστης θέλει να γράψει την λέξη «*hi*», αλλά από λάθος δεν πατάει το πλήκτρο *i*, η εφαρμογή διορθώνει στο ελληνικό άρθρο «*η*») μπορεί να υπάρχει αντιστοιχισμένη στην εναλλακτική διάταξη. Για παράδειγμα αν ο χρήστης πληκτρολογήσει την λέξη «*αργο*» χωρίς τόνο, ο αλγόριθμος θα υποθέσει ότι έχει γίνει σφάλμα διάταξης και θα την διορθώσει με την λέξη «*argo*».

- **Ο χρήστης πάτησε κατα λάθος έναν τερματικό χαρακτήρα**
  Σε αυτήν την περίπτωση η εφαρμογή θα θεωρήσει σαν πληκτρολογημένη λέξη, εκείνη η οποία έχει εισαχθεί μέχρι την στιγμή που πατηθεί κάποιος τερματικός χαρακτήρας και δεν θα βγάλει το επιθυμητό αποτέλεσμα. Για παράδειγμα ο χρήστης γράφει «*ελικ'όπτερο*» αλλά η εφαρμογή αναγνωρίζει δύο λέξεις την λέξη «*ελικ*» και την λέξη «*όπτερο*».

3.13 Τρόπος αντιμετώπισης σφάλματος διάταξης

Η μέθοδος που προτείνεται για την αντιμετώπιση των σφαλμάτων διάταξης είναι η μέθοδος **Αυτόματης Αντικατάστασης** (*Auto Replace*), που πραγματοποιεί αυτόματη ανίχνευση και διόρθωση αυτών.

3.13.1 Διαδικασία μετατροπής λέξης στην εναλλακτική διάταξη πληκτρολογίου

Όταν η εφαρμογή αναγνωρίσει μια νέα λέξη, γεγονός που συμβαίνει με το πάτημα κάποιου τερματικού χαρακτήρα, αρχίζει η διαδικασία ανίχνευσης αν ο χρήστης υπέπεσε σε σφάλμα διάταξης. Αρχικά αναγνωρίζει την γλώσσα της πληκτρολογημένης λέξης διαβάζοντας την ενεργή διάταξη του πληκτρολογίου μέσω του λειτουργικού συστήματος. Για να εντοπιστεί η ειδική περίπτωση που ο χρήστης εισάγει μια λέξη που περιέχει χαρακτήρες και από τις δύο γλώσσες εισόδου γίνεται ένας επιπλέον έλεγχος αναγνώρισης της γλώσσας της λέξης, με την αναγνώριση του αλφαβήτου στο οποίο ανήκει κάθε γράμμα της λέξης. Σε περίπτωση που μια λέξη περιέχει χαρακτήρες και από τις δύο διατάξεις η εφαρμογή δεν προχωράει σε διόρθωση. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι η εφαρμογή σχεδιάστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι επεκτάσιμη και για άλλες γλώσσες με ελάχιστες προσθήκες στον κώδικά της.

Σε πρώτη φάση μετατρέπεται η λέξη που έχει εισαχθεί στην αντίστοιχη λέξη με μικρά γράμματα και κατόπιν γίνεται μεταγραφή των χαρακτήρων της στην εναλλακτική διάταξη. Η μετατροπή στην αντίστοιχη λέξη με μικρά γράμματα βασίστηκε στις τεχνικές του *text normalization* (Mikheev, 2000) και χρησιμοποιήθηκε έτσι ώστε να μπορούν να αναγνωριστούν και λέξεις που εισάγονται με κάποιο γράμμα κεφαλαίο (ή μικρό αντίστοιχα), ενώ στο λεξικό βρίσκονται αποθηκευμένες με μικρά (ή κεφαλαία αντίστοιχα). Για παράδειγμα η εφαρμογή θα αναγνωρίσει και την λέξη *Ελλάδα* αλλά και την λέξη *ελλάδα*.

Πρέπει να αναφερθεί ότι στα πλαίσια της εφαρμογής θεωρήθηκε ότι ο χρήστης πληκτρολογεί όπως ακριβώς γράφεται η λέξη στο πληκτρολόγιο, π.χ. για το γράμμα «ξ» θα γραψει «j» και όχι «ks» ή «3», και όχι όπως ακούγεται αυτή. Οι προκαθορισμένες αντιστοιχήσεις των χαρακτήρων ανάμεσα στο ελληνικό και το λατινικό αλφάβητο φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 3.1. Ο χρήστης μπορεί να ορίσει τις δικές του αντιστοιχήσεις, αλλάζοντας το εξωτερικό αρχείο `txt` που τις περιέχει (Παράρτημα Γ′).

Ελληνικός χαρακτήρας	Αγγλικός χαρακτήρας
α	a
β	b
γ	g
δ	d
ε	e

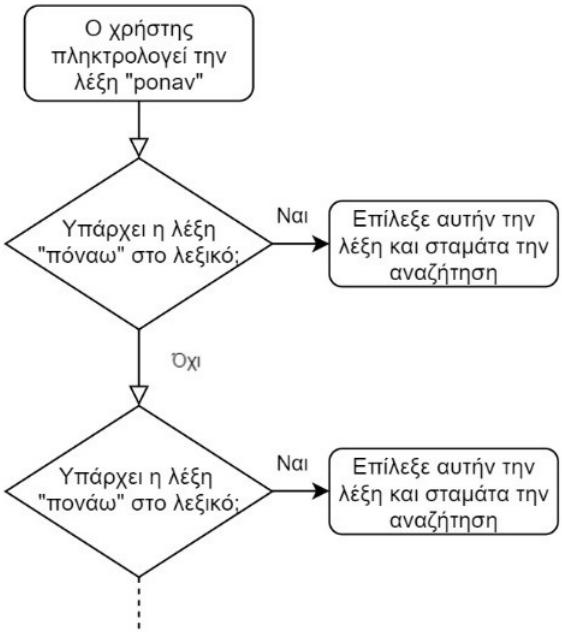
ζ	z
η	h
θ	u
ι	i
κ	k
λ	l
μ	m
ν	n
ξ	j
ο	o
π	p
ρ	r
σ	s
ς	w
τ	t
υ	y
φ	f
χ	x
ψ	c
ω	o
;	q
:	Q

Πίνακας 3.1: Αντιστοίχιση ελληνικών - αγγλικών χαρακτήρων στο πληκτρολόγιο. Η αντιστοίχιση αυτή βασίζεται στην οπτική αντιστοίχιση των χαρακτήρων μεταξύ των δύο διατάξεων στο πληκτρολόγιο.

Η διαδικασία μετατροπής από τα ελληνικά στα αγγλικά είναι σχετικά απλή. Γίνεται αντικατάσταση του κάθε χαρακτήρα με τον αντίστοιχο στην διαρρύθμιση QWERTY πληκτρολογίου, σύμφωνα με τον πίνακα 3.1. Ο χρήστης εισάγοντας μια αγγλική λέξη δεν θα εισάγει κάποιο τονικό σημείο, δηλαδή δεν θα γράψει «*ηελίψοπτερ*» αλλά «*ηελιψοπτερ*», συνεπώς δεν χρειάζεται να γίνει κάποιος ιδιαίτερος έλεγχος για την συγκεκριμένη περίπτωση.

Σε αντίθεση, η μετατροπή από τα αγγλικά στα ελληνικά είναι μια πιο σύνθετη διαδικασία. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο χρήστης μπορεί να εισάγει και τονικά στοιχεία όπως τον τόνο και τα διαλυτικά (π.χ. «ma:imo;y»), όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 3.11. Ο χρήστης εισάγοντας μια ελληνική λέξη με αγγλικούς χαρακτήρες μπορεί να μην προσθέσει κάποιο τονικό σημείο και συνεπώς να οδηγήσει την εφαρμογή σε λανθασμένο συμπέρασμα ή/και αγνόηση πιθανού λάθους. Για τον λόγο αυτό κατά την διαδικασία μετατροπής και αναζήτησης λέξης

προστίθεται ένας τόνος σε κάθε φωνήεν της λέξης και στην συνέχεια γίνεται αναζήτηση αυτής της λέξης στο λεξικό. Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει ένα πρακτικό παράδειγμα αυτής της διαδικασίας.



Σχήμα 3.12: Διάγραμμα ροής μετατροπής λέξης από αγγλικά σε ελληνικά. Προστίθεται τόνος σε κάθε φωνήεν της αντιστοιχισμένης λέξης στην ελληνική διάταξη πληκτρολογίου.

Άλλος τρόπος με τον οποίο θα μπορούσε να υλοποιηθεί η παραπάνω διαδικασία θα ήταν να αφαιρεθεί από την αντιστοιχισμένη λέξη στην ελληνική διάταξη εντελώς ο τόνος και να αναζητηθεί η συγκεκριμένη λέξη (χωρίς τον τόνο) σε μια νέα στήλη της βάσης δεδομένων, που θα περιείχε όλες τις ελληνικές λέξεις απαλλαγμένες από τον τόνο. Ο χρόνος εύρεσης της λέξης ήταν παρόμοιος, οπότε επιλέχθηκε ο πρώτος τρόπος που αναφέρθηκε.

Μετά την μεταγραφή της πληκτρολογημένης λέξης στην εναλλακτική διάταξη αρχίζει η διαδικασία ανίχνευσης σφάλματος διάταξης.

3.13.2 Διαδικασία ανίχνευσης σφάλματος διάταξης

Μετά την εισαγωγή και μεταγραφή της λέξης στην εναλλακτική διάταξη, η εφαρμογή διερευνά αν ο χρήστης έχει πραγματοποιήσει σφάλμα διάταξης. Η παραπάνω διαδικασία φαίνεται στο διάγραμμα ροής της εφαρμογής στο σχήμα 3.10.

Αρχικά ελέγχεται αν η λέξη που εισήχθη εμφανίζεται σε κάποιο από τα λε-

ξικά της εφαρμογής (ελληνικό και αγγλικό). Αν ισχύει κάτι τέτοιο, ελέγχει αν εντοπίζεται και η λέξη στην εναλλακτική διάταξη σε κάποιο από αυτά. Αν εμφανίζονται και οι δύο λέξεις, τότε προβλέπει την επιθυμητή διάταξη του χρήστη και κάνει τις ανάλογες ενέργειες. Αν τώρα η λέξη που εισήχθει υπάρχει στο λεξικό της ενεργής διάταξης και μόνο, δεν κάνει κάτι. Αν όμως υπάρχει μόνο μέσα στο λεξικό της εναλλακτικής διάταξης, τότε προχωράει σε διόρθωση. Ο αλγόριθμος 2 δίνει λεπτομερώς την παραπάνω διαδικασία.

Αλγόριθμος 2 Αλγόριθμος εντοπισμού σφάλματος διάταξης με πάτημα τερματικού χαρακτήρα (**σφάλμα διάταξης τύπου Ι**)

1: Ο χρήστης εισάγει μια συμβολοσειρά-λέξη στην λανθασμένη διάταξη πληκτρολογίου και πατάει κάποιον τερματικό χαρακτήρα.
2: Ο αλγόριθμος ελέγχει αν η εισαχθείσα λέξη υπάρχει μέσα στο λεξικό της ενεργής διάταξης πληκτρολογίου.
3: Αν υπάρχει διερευνά την μεταβλητή *corresponding_word_exists* της βάσης δεδομένων. Αν έχει τιμή 0 σημαίνει ότι δεν υπάρχει λέξη στην εναλλακτική διάταξη πληκτρολογίου, που μεταγράφεται όμοια. Σε αυτήν την περίπτωση δεν πραγματοποιείται κάποια διόρθωση.
4: Αν έχει τιμή 1 σημαίνει ότι υπάρχει λέξη στην εναλλακτική διάταξη, που μεταγράφεται όμοια, και πρέπει να γίνει πρόβλεψη της επιθυμητής διάταξης του χρήστη. Αν το αποτέλεσμα της πρόβλεψης είναι ίδιο με την ενεργή διάταξη πληκτρολογίου δεν γίνεται κάποια διόρθωση, ενώ σε αντίθετη περίπτωση διορθώνεται η εισαχθείσα λέξη με την αντίστοιχη στην εναλλακτική διάταξη.
5: Αν η εισαχθείσα λέξη δεν υπάρχει, τότε ελέγχεται αν η αντίστοιχή της στην εναλλακτική διάταξη εμφανίζεται μέσα στο αντίστοιχο λεξικό. Αν συμβαίνει κάτι τέτοιο, τότε πραγματοποείται διόρθωση της εισαχθείσας λέξης. Σε αντίθετη περίπτωση δεν γίνεται κάτι.

Αλγόριθμος πρόβλεψης επιθυμητής διάταξης πληκτρολογίου

Ο αλγόριθμος που προβλέπει την επιθυμητή διάταξη πληκτρολογίου της λέξης χρησιμοποιείται στην περίπτωση που μια εισαχθείσα λέξη υπάρχει και στο λεξικό της τρέχουσας διάταξης, αλλά και στο λεξικό της εναλλακτικής διάταξης, όταν γίνει μεταγραφή των χαρακτήρων της σε αυτή. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτής της περίπτωσης είναι οι λέξεις to→το, bash→βάση κ.λπ..

Πρόκειται για αλγόριθμο που αναθέτει βάρη στις διατάξεις των τριών τελευταίων εισαχθέντων λέξεων και αποφασίζει την διάταξης της πληκτρολογημένης

λέξης με βάση αυτά. Τα διάφορα βάρη δεν βασίστηκαν σε πειραματικά δεδομένα, καθώς κάθε χρήστης έχει το δικό του μοναδικό τρόπο γραφής και δεν μπορεί να εξαχθεί ένα ολικό μοντέλο που να καλύπτει όλους τους χρήστες. Για τον λόγο αυτο δοθηκαν, μετά από ορισμένες δοκιμές, τρία βάρη, με το μεγαλύτερο να αντιστοιχεί στην γλώσσα της λέξης που εισήγαγε τελευταία ο χρήστης. Ο αλγόριθμος πρόβλεψης της γλώσσας της επόμενης λέξης δίνεται στην συνέχεια.

Αλγόριθμος 3 Αλγόριθμος πρόβλεψης της επιθυμητής διάταξης

1: Αρχικοποίησε μια ουρά μεγέθους 3
2: Αρχικοποίησε μια λίστα με 3 βάρη [0.45, 0.35, 0.20]
3: Πρόσθεσε στην ουρά την διάταξη της προηγούμενης πληκτρολογημένης λέξης.
4: Αν η λέξη που εισήχθει υπάρχει και στα δύο λεξικά, διάτρεξε την ουρά και υπολόγισε την πιθανότητα για την κάθε διάταξη.
5: πιθανότητα_διάταξης = πιθανότητα_διάταξης + βάρος_λίστας_της_διάταξης
6: Σύγκρινε τα τελικά αποτελέσματα και δώσε σαν αποτέλεσμα την διάταξη με την μεγαλύτερη πιθανότητα.

3.13.3 Διαδικασία διόρθωσης σφάλματος διάταξης

Στην περίπτωση που ο αλγόριθμος αποφανθεί ότι χρειάζεται να γίνει διόρθωση της εισαχθείσας λέξης, ξεκινάει η διαδικασία της διαγραφής και επαναπληκτρολόγησης της σωστής λέξης. Αυτή η διαδικασία πρέπει να γίνεται ταχύτατα, έτσι ώστε να μην προλάβει ο χρήστης να διορθώσει την λέξη, προτού εφαρμοστεί η αυτόματη διόρθωση. Για τον λόγο αυτό η διαδικασία της διαγραφής έχει ανατεθεί σε ένα ξεχωριστό νήμα (thread), το οποίο ειδοποιεί τα υπόλοιπα όσο διορθώνει, όπως περιγράφεται στην ενότητα 3.11.

Η διαγραφή πραγματοποιείται με το εικονικό πάτημα (virtual key press) του πλήκτρου Backspace τόσες φορές, όσο το μήκος της λέξης που πληκτρολογήθηκε από τον χρήστη. Η γραφή της σωστής λέξης στην συνέχεια πραγματοποιείται με το εικονικό πάτημα των γραμμάτων της τελικά επιλεγμένης λέξης από την εφαρμογή ένα-ένα συμπεριλαμβανομένου και του τερματικού χαρακτήρα που πάτησε ο χρήστης. Ένα παράδειγμα εφαρμογής της διόρθωσης βήμα-βήμα δίνεται στον πίνακα 3.2.

Ενέργεια χρήστη	Απόκριση εφαρμογής
Ο χρήστης εισάγει την λέξη `geia` και πατάει το πλήκτρο `space`.	Η εφαρμογή αναγνωρίζει ότι έγινε σφάλμα διάταξης και ότι η λέξη αυτή πρέπει να διορθωθεί.
	Πατάει εικονικά το πλήκτρο `Backspace` 5 φορές και σβήνει την λανθασμένη λέξη.
	Πατάει εικονικά (virtual key press) τα πλήκτρα γ-ε-ι-α-space και γράφει την λέξη στην σωστή διάταξη.

Πίνακας 3.2: Παράδειγμα ανίχνευσης και διόρθωσης σφάλματος διάταξης.

3.13.4 Σίγαση αυτόματης διόρθωσης

Σε περίπτωση που ο αλγόριθμος πρόβλεψης της επιθυμητής διάταξης, που περιγράφτηκε στην ενότητα 3.13.2, προβλέψει λανθασμένα την διάταξη πληκτρολογίου της πληκτρολογημένης λέξης, η εφαρμογή θα οδηγηθεί σε λανθασμένη διόρθωση. Η περίπτωση αυτή είναι μη επιθυμητή και δεν πρέπει να εμφανίζεται.

Λόγω της σχεδίασης του αλγορίθμου αν ο χρήστης ξαναεισάγει την ίδια λέξη, θα προβλέψει πάλι την ίδια διάταξη, με αποτέλεσμα να γίνεται μια επανάληψη λανθασμένων διορθώσεων χωρίς να προσφέρεται κάτι ουσιαστικό στον χρήστη. Για να αποφευχθεί αυτός ο ατέρμονας βρόχος, πραγματοποιείται σίγαση της διόρθωσης, σύμφωνα με τον αλγόριθμο 4, μετά από την διαγραφή και επαναπληκτρολόγηση της ίδιας λέξης από τον χρήστη.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί, ότι ο χρήστης μπορεί πατώντας το πλήκτρο επιβολής λέξης της γραφικής διεπαφής (ενότητα 3.7.1), να επαναφέρει την αρχική λέξη που πληκτρολόγησε.

Αλγόριθμος 4 Αλγόριθμος σίγασης της λέξης σε περίπτωση λανθασμένης διόρθωσης

1: Ο χρήστης πληκτρολογεί την λέξη *σωστή_λέξη* και πραγματοποιείται λανθασμένη πρόβλεψη διάταξης από την εφαρμογή και συνεπώς λανθασμένη διόρθωση στην λέξη *λανθασμένη_λέξη*.
2: Ο χρήστης σβήνει την λανθασμένα διορθωμένη λέξη.
3: Αποθήκευση σε μια μεταβλητή *σωστή_λέξη* της εισαχθείσας λέξης από τον χρήστη.
4: Ο χρήστης πληκτρολογεί ξανά την επιθυμητή λέξη και αποθηκεύεται στην μεταβλητή *νέα_πληκτρολογημένη_λέξη*.
5: Σύγκριση της τιμής της μεταβλητής *νέα_πληκτρολογημένη_λέξη* με την τιμή της μεταβλητής *σωστή_λέξη*.
6: Αν είναι *νέα_πληκτρολογημένη_λέξη* = *σωστή_λέξη* δεν πραγματοποιείται διόρθωση.

3.14 Λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε

3.14.1 Λογισμικό ανάπτυξης εφαρμογής

Για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής που καταγράφει τα πλήκτρα που πατιούνται από το πληκτρολόγιο μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες γλώσσες προγραμματισμού. Κάθε μια από αυτές στοχεύει περισσότερο σε κάποια σημεία και δεν δίνει την απαραίτητη προσοχή σε κάποια άλλα. Στην συγκεκριμένη εφαρμογή επιλέχθηκε η γλώσσα προγραμματισμού `Python`. Η επιλογή αυτή έγινε διότι έχει ως προτέρημα την εύκολη μετάβαση της εφαρμογής μεταξύ λειτουργικών συστημάτων με ελάχιστες αλλαγές στον πηγαίο κώδικα. Επίσης ενδείκνυται για ανάπτυξη εφαρμογών, που περιέχουν γραφικές διεπαφές και για εφαρμογές που απαιτούν φορητότητα. Για το λόγο αυτό μάλιστα ήταν η πρώτη επιλογή, καθώς έχει ένα αρκετά δυνατό φορητό σύστημα βάσης δεδομένων την `Sqlite3`. Παρόλο που μπορεί να θεωρηθεί *διερμηνευόμενη* γλώσσα προγραμματισμού, η ταχύτητά της είναι πολύ καλή για να χρησιμοποιηθεί σε τέτοιου είδους εφαρμογή. Η συγγραφή του κώδικα έγινε με το λογισμικό `PyCharm` [4].

[4] https://www.jetbrains.com/pycharm/

3.14.2 Λογισμικό ανάλυσης δεδομένων

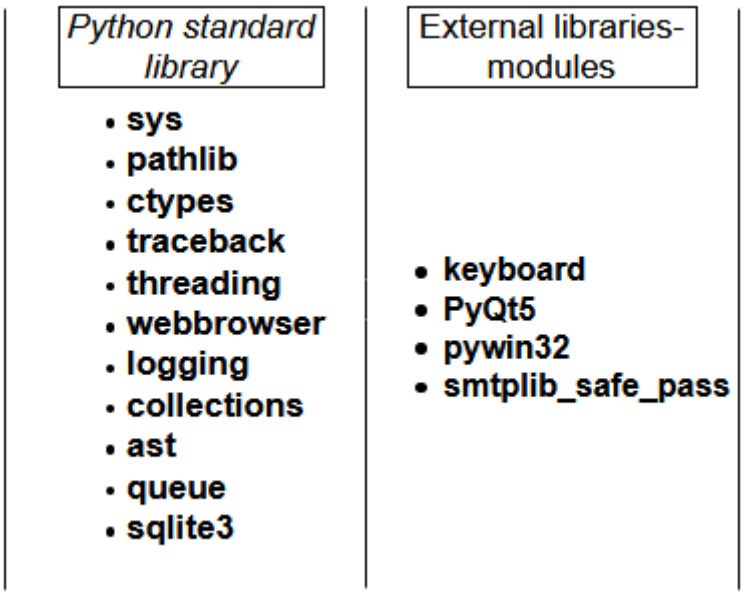
Για την ανάλυση των πειραματικών δεδομένων και την εξαγωγή των διάφορων αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό `Jupyter Notebook` [5], που προσφέρει έναν καθαρό και εύκολο τρόπο για την επεξεργασία δεδομένων και εξαγωγή στατιστικών, αποτελεσμάτων και γραφημάτων.

3.14.3 Λογισμικό συγγραφής

Για τη συγγραφή της παρούσας διπλωματικής χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό `TexMaker`[6]. Για την δημιουργία των διαγραμμάτων και των διάφορων σχημάτων χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο σχεδιασμού `draw.io` [7].

3.15 Βιβλιοθήκες

Για την ανάπτυξη της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκαν διάφορες βιβλιοθήκες, πολλές από τις οποίες ανήκουν στις ενσωματωμένες βιβλιοθήκες της `Python` και πολλές όχι. Στο σχήμα 3.13 φαίνονται αυτές που χρησιμοποιήθηκαν.



Σχήμα 3.13: Βιβλιοθήκες εφαρμογής. Στην πρώτη στήλη φαίνονται οι ενσωματωμένες βιβλιοθήκες της Python, και στην δεύτερη στήλη οι εξωτερικές βιβλιοθήκες.

[5] https://www.jetbrains.com/pycharm/
[6] http://www.xm1math.net/texmaker/
[7] https://app.diagrams.net/

3.15.1 Ενσωματωμένες βιβλιοθήκες

Βιβλιοθήκες σχετικές με το λειτουργικό σύστημα

Οι βιβλιοθήκες `sys`, `ctype`, `pathlib` και `webbrowser` χρησιμοποιήθηκαν για τον τερματισμό της εφαρμογής (σε επίπεδο διεργασίας), για την εμφάνιση μηνυμάτων στον χρήστη, για την άντληση των σχετικών μονοπατιών (`url`) για τα διάφορα αρχεία της εφαρμογής και για το άνοιγμα θέσης αρχείων σε νέο παράθυρο αντίστοιχα.

Βιβλιοθήκες για καταγραφή στοιχείων και σφαλμάτων

Για την καταγραφή τόσο των συλλεγμένων δεδομένων όσο και για τα λάθη που μπορεί να προκύψουν κατά την εκτέλεση της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη `logging` της `Python`. Επίσης για τον εντοπισμό της πηγής ενός λάθους (σε ποιό σημείο του κώδικα και για ποιό λόγο έγινε) έγινε χρήση της βιβλιοθήκης `traceback`.

Βιβλιοθήκη για χρήση πολυνηματικών τεχνικών

Η εφαρμογή αποτελείται από διάφορα νήματα τα οποία ενεργούν ταυτόχρονα πάνω σε κάποιες μεταβλητές. Συγκεκριμένα τα βασικά νήματα είναι αυτό του τρέχοντος προγράμματος, ένα νήμα καταγραφής πλήκτρων χωρίς απόκρυψη αυτών, ενός ομοίου αλλά με απόκρυξη αυτών από την οθόνη και ένα νήμα που υλοποιεί την διαδικασία της διόρθωσης.

Η χρήση της βιβλιοθήκης `threading` ήταν υποχρεωτική, προκειμένου να καταστεί δυνατή η καταγραφή των πλήκτρων όσο η εφαρμογή διορθώνει μια λανθασμένη λέξη. Αν δεν γινόταν χρήση αυτής της τεχνικής, ένας χρήστης που πληκτρολογεί πολύ γρήγορα θα μπορούσε να μπλέξει το πληκτρολογημένο κείμενο με την λέξη που διορθώνει η εφαρμογή, όπως περιγράφεται διεξοδικά στην ενότητα 3.11.

Βιβλιοθήκη για δημιουργία λεξικών από αρχεία `txt`

Προκειμένου η εφαρμογή να μπορεί να είναι παραμετροποιήσιμη και να μπορεί ο κάθε χρήστης να ορίσει τους επιθυμητούς τερματικούς χαρακτήρες ή τις επιθυμητές μετατροπές γραμμάτων από την αγγλική διάταξη στην ελληνική και αντίστοιχα κ.λπ. (Παράρτημα Γ΄), δημιουργήθηκαν ορισμένα αρχεία `txt`, τα οποία περιέχουν τις παραπάνω πληροφορίες. Για να μπορέσουν να μετατραπούν αυτά

σε δομή λεξικού στην `Python`, χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη `ast`, που υλοποιεί ακριβώς το παραπάνω.

Βιβλιοθήκη για δημιουργία και εκτέλεση ερωτημάτων στην βάση δεδομένων

Ιδιαίτερη έμφαση κατά την σχεδίαση της εφαρμογής δόθηκε στην δυνατότητά της να είναι φορητή, δηλαδή να μπορεί να λειτουργεί σε διάφορα μηχανήματα χωρίς την εγκατάσταση επιπλέον προγραμμάτων. Για τον λόγο αυτο η χρήση της βιβλιοθήκης `SQLite3` της `Python` ήταν επιτακτική. Προσφέρει έναν εύκολο και πρακτικό τρόπο για την δημιουργία μιας φορητής βάσης δεδομένων (portable database system), η οποία θα παραδίδεται μαzi με το πακέτο της εφαρμογής.

3.15.2 Εξωτερικές βιβλιοθήκες της Python

Βιβλιοθήκη για το λειτουργικό των Windows

Για τις διάφορες ενέργειες που σχετίζονταν με το περιβάλλον των Windows, όπως για παράδειγμα η άντληση του κωδικού του ενεργού παραθύρου, ο εντοπισμός της ενεργής διάταξης πληκτρολογίου χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη `pywin32`. Η βιβλιοθήκη αυτή αποτελεί επέκταση της `Python` για το περιβάλλον των Windows και δίνει πρόσβαση σε στοιχεία και πληροφορίες του λειτουργικού.

Βιβλιοθήκες καταγραφής πλήκτρων

Ο πυρήνας της εφαρμογής ήταν η αναγνώριση των πλήκτρων πληκτρολογίου που πατιούνται από τον χρήστη. Για την καταγραφή αυτών, υπήρχαν διάφορες εξωτερικές βιβλιοθήκες. Εξετάστηκαν όλες οι δυνατές επιλογές και δύο ήταν αυτές που είχαν την καλύτερη απόδοση, τόσο στην αναγνώριση της πληκτρολογημένης λέξης όσο και στην ταχύτητα αποστολής εικονικών πατημάτων πλήκτρων. Η μια από αυτές είναι η βιβλιοθήκη `keyboard` [8] και η άλλη η βιβλιοθήκη `pynput` [9]. Στην διπλωματική εργασία αυτή επιλέχθηκε η πρώτη, καθώς αρχικά ήταν ελάχιστα ταχύτερη στις λειτουργίες της και επίσης οι συναρτήσεις που περιέχει και ο τρόπος υλοποίησης αυτών είναι καλύτερος και πιο εύκολα χρησιμοποιούμενος. Επιπλέον είναι διαθέσιμη και για λειτουργικά συστήματα Linux και Mac OS.

[8] https://github.com/boppreh/keyboard
[9] https://github.com/moses-palmer/pynput

Βιβλιοθήκη δημιουργίας γραφικών

Για την δημιουργία των γραφικών διεπαφών χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη `PyQt5`, η οποία είναι η υλοποίηση της βιβλιοθήκης Qt (C++) στην `Python`. Το πλεονέκτημα της είναι ο μηχανισμός επικοινωνίας μεταξύ των διάφορων νημάτων της εφαρμογής (`signal-slots`) και η πληθώρα των στοιχείων και δυνατοτήτων που διαθέτει.

Βιβλιοθήκη αποστολής συλλεγμένων δεδομένων

Τέλος για την συλλογή των δεδομένων από την πειραματική φάση υλοποιήθηκε αυτοματοποιημένος μηχανισμός αποστολής αυτών μέσω `email` βασισμένος στην βιβλιοθήκη `smtplib` της `Python`. Συγκεκριμένα δημιουργήθηκε η βιβλιοθήκη `smtplib_safe_pass`, η οποία αποστέλλει `email` χωρίς την ανάγκη προσθήκης του κωδικού στο κυρίως πρόγραμμα. Ο κωδικός του email ενσωματώθηκε `hashed` μέσα στην νέα βιβλιοθήκη, προκειμένου να διασφαλιστεί η βέλτιστη ασφάλεια κατά την αποστολή των αρχείων καταγραφής.

3.16 Περιγραφή τελικής υλοποίησης

Τέλος σε αυτήν την ενότητα περιγράφονται συνοπτικά τα αρχεία που απαρτίζουν την εφαρμογή και οι λειτουργίες που υλοποιούν.

3.16.1 Γραφικές διεπαφές

Στην συγκεκριμένη ενότητα περιγράφονται οι κώδικες που περιέχουν την υλοποίηση των γραφικών διεπαφών, που χρησιμοποιήθηκαν στην εφαρμογή.

pokerface.pyw

Πρόκειται για το βασικό αρχείο της εφαρμογής, μέσα στο οποίο αρχικοποιείται η γραφική διεπαφή και ξεκινάνε όλα τα νήματα που την απαρτίζουν. Περιέχει την κλάση της βασικής γραφικής διεπαφής και τις μεθόδους αυτής. Συχρόνως μέσα σε αυτό το αρχείο βρίσκεται και η `main` που ξεκινάει ολικά το πρόγραμμα.

gui_for_user_entered_word.py

Σε αυτό το αρχείο υλοποιείται η γραφική διεπαφή που εμφανίζεται για την εισαγωγή μιας λέξης στο λεξικό της εφαρμογής, όπως περιγράφεται στην ενότητα 3.7.2, και συνεπώς στην βάση δεδομένων από τον χρήστη.

gui_for_mail_send.py

Σε αυτό το αρχείο υλοποιείται η κλάση που δημιουργεί την γραφική διεπαφή για την αποστολή των δεδομένων από τον χρήστη, όπως περιγράφεται στην ενότητα 3.7.3. Δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να ελέγξει τα αρχεία σε περίπτωση που θέλει να κάνει μια αλλαγή και να τα αποστείλει.

3.16.2 Καταγραφή πληκτρολογημένων στοιχείων

keymonitor.py

Περιέχει τον κώδικα για την κλάση που είναι υπεύθυνη για την καταγραφή των στοιχείων που εισάγονται από το πληκτρολόγιο. Αναγνωρίζει την γλώσσα της εισαγόμενης λέξης και πραγματοποιεί τις απαραίτητες ενέργειες για τον έλεγχο εμφάνισης σφάλματος διάταξης. Χρησιμοποιεί στοιχεία και μεθόδους από τις άλλες κλάσεις που αναφέρονται παρακάτω και στέλνει τα μηνύματα για την ενεργοποίηση και αδρανοποίηση των διάφορων νημάτων που απαρτίζουν την συνολική εφαρμογή. Ουσιαστικά μέσω της κλάσης αυτής διαβάζονται οι ξεχωριστές λέξεις που εισάγονται από τον χρήστη και γίνονται ορισμένοι σημαντικοί έλεγχοι.

3.16.3 Έλεγχος και διόρθωση σφάλματος διάταξης

transcoder.py

Η κλάση αυτή πραγματοποιεί την αντιστοίχιση των εισαγόμενων λέξεων μεταξύ των δύο διατάξεων (transliteration) και συγχρόνως πραγματοποιεί τον έλεγχο για εμφάνιση σφάλματος διάταξης.

database_searcher.py

Η κλάση αυτή είναι υπεύθυνη για τις αναζητήσεις στην βάση δεδομένων της εφαρμογής (λεξικό). Δημιουργεί την σύνδεση με την βάση δεδομένων, αναζητάει συγκεκριμένη λέξη μέσα σε αυτήν και επιστρέφει αν βρήκε την λέξη ή όχι και αν υπάρχει η αντίστοιχη λέξη στην εναλλακτική διάταξη πληκτρολογίου σε κάποιο λεξικό.

Τα ερωτήματα (queries) γίνονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να αποφευχθεί πιθανή περίπτωση εμφάνισης `SQL Injection`. Τέλος πρέπει να αναφερθεί ότι με λίγες αλλαγές στις μεθόδους της κλάσης αυτής, είναι δυνατή η προσαρμογή της εφαρμογής και για άλλες γλώσσες πέραν των ελληνικών και αγγλικών.

queue_for_language_prediction.py

Η κλάση αυτή υλοποιεί την πρόβλεψη για την επιθυμητή διάταξη της λέξης που εισήχθει και χρησιμοποιείται σε περίπτωση που μια λέξη υπάρχει και στα δύο λεξικά αντιστοιχοσμένη και στις δύο διατάξεις πληκτρολογίου (π.χ. η αγγλική λέξη to και η ελληνική λέξη το).

3.16.4 Επιπλέον λειτουργικότητες

Τέλος παραθέτονται οι κώδικες για τις κλάσεις που υλοποιούν λειτουργικότητες απαραίτητες για την λειτουργία της εφαρμογής.

language_manager.py

Η κλάση αυτή υλοποιεί τις λειτουργικότητες που σχετίζονται με τις διατάξεις πληκτρολογίου και την γλώσσα των λέξεων. Ουσιαστικά έχει δύο μεθόδους, η μια επιστρέφει την ενεργή διάταξη του πληκτρολογίου και η δεύτερη την γλώσσα της πληκτρολογημένης λέξης, βασιζόμενη στους χαρακτήρες της.

window_change_detection.py

Η κλάση αυτή διαβάζει τον κωδικό ενός παραθύρου και το όνομα του και επιστρέφει τις δύο αυτές τιμές. Χρησιμοποιείται για την αναγνώριση από την εφαρμογή των αλλαγών παραθύρου που κάνει ο χρήστης.

logger.py

Η κλάση αυτή χρησιμοποιεί τα βασικά στοιχεία της βιβλιοθήκης `logging` της Python, αλλά έχει οριστεί συγκεκριμένος τρόπος εγγραφής των καταχωρήσεων και έχει διαχωριστεί για να καταγράφει σε δύο αρχεία, στο `info log`, τα στοιχεία της εφαρμογής και στο `error log`, τα όποια σφάλματα μπορεί να προκύψουν κατά την εκτέλεση του προγράμματος.

smtplib_safe_pass.py

Το αρχείο αυτό περιέχει την συνάρτηση `smtplib` της Python με ορισμένες αλλαγές, ώστε να είναι εφικτή η αποστολή μέσω `email` των συλλεγμένων δεδομένων, χωρίς την ανάγκη προσθήκης των στοιχείων εισόδου αυτού (όνομα χρήστη και κωδικός του email). Η αλλαγή αυτή έγινε ώστε να προστεθεί ένα ακόμα επίπεδο προστασίας των δεδομένων που στέλνονται από τους χρήστες της εφαρμογής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

4.1 Εισαγωγή

Η αξιολόγηση ενός συστήματος γενικά στοχεύει στο να προκύψουν υποδείξεις και προτάσεις ικανές να βελτιώσουν τον σχεδιασμό του και την συνολική του λειτουργία.

Οι μέθοδοι που μπορούν να εφαρμοστούν για μια αξιολόγηση είναι αρκετές. Διακρίνονται τέσσερις μεγάλες κατηγορίες: οι μεθόδοι επιθεώρησης από ειδικούς σε θέματα αλληλεπίδρασης ανθρώπου υπολογιστή (usability inspection methods), οι μεθόδοι δοκιμής και αποτίμησης από χρήστες (user testing methods), οι αναλυτικές μεθόδοι αξιολόγησης (analytic methods) και οι στατιστικές μεθόδοι αξιολόγησης (statistical methods).

Συνηθισμένη τακτική σε πολλές περιπτώσεις είναι η χρήση ενός συνδυασμού μεθόδων αξιολόγησης για το σύστημα, με στόχο τον εντοπισμό περισσότερων σφαλμάτων σε όλη τη διάρκεια ανάπτυξής του. Στη συνέχεια του κεφαλαίου παρατίθενται οι τεχνικές αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν για την μέτρηση της απόδοσης της εφαρμογής, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που εξήχθησαν και η εμπειρία των χρηστών από την χρήση της.

4.2 Αξιολόγηση εφαρμογής

Για να αξιολογηθεί η απόδοση της εφαρμογής έγινε ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν με στατιστικές μεθόδους (Αβούρης κ.ά., 2015) και αξιολόγηση από τους ίδιους του χρήστες μέσω ημιδομημένων συνεντεύξεων. Με την πρώτη αξιολόγηση προσδιορίστηκαν τα ποσοστά επιτυχίας διόρθωσης της εφαρμογής και με την αξιολόγηση από τους χρήστες διερευνήθηκε κατά πόσο τους βοήθησε και προσδιορίστηκαν σημεία τα οποία μπορούν να βελτιωθούν.

4.3 Μελέτη με χρήστες

Για την ποσοτικοποίηση των προβλημάτων πληκτρολόγησης με λανθασμένη διάταξη πληκτρολογίου στους Έλληνες χρήστες εκτελέστηκε πειραματική μελέτη, η οποία χωρίστηκε σε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση μελετήθηκε ο τρόπος πληκτρολόγησης των χρηστών και τα ποσοστά εμφάνισης σφαλμάτων διάταξης και στην δεύτερη φάση δόθηκε σε αυτούς η εφαρμογή, που περιγράφεται στο κεφάλαιο 3, που πραγματοποιεί αυτόματη διόρθωση αυτών των σφαλμάτων, με τη μέθοδο **Αυτόματης Αντικατάστασης** (*Auto Replace*). Με την παραπάνω μελέτη έγινε συλλογή δεδομένων, προκειμένου να μελετηθεί ο τρόπος συμπεριφοράς του χρήστη ως προς τα σφάλματα διάταξης, για τον έλεγχο και την αξιολόγηση της εφαρμογής που αναπτύχθηκε και τον καθορισμό του βαθμού που πραγματικά βοήθησε τους χρήστες.

Οι στόχοι της μελέτης ήταν να εξεταστεί το πρόβλημα των σφαλμάτων διάταξης για τους Έλληνες χρήστες και να διερευνηθεί πόσο τους επηρεάζει. Επίσης στόχος ήταν και η αξιολόγηση της εφαρμογής που έδινε λύση στο παραπάνω πρόβλημα.

Στην φάση Α η κύρια επιδίωξη του πειράματος ήταν ο εντοπισμός και η αναγνώριση του τρόπου με τον οποίο γράφουν και συμπεριφέρονται οι χρήστες κατά την διαδικασία της πληκτρολόγησης με έμφαση στην αναγνώριση των σφαλμάτων διάταξης που πραγματοποιούν. Ουσιαστικά δόθηκε η εφαρμογή που περιγράφεται στο κεφάλαιο 3 με απενεργοποιημένη την δυνατότητα της αυτόματης διόρθωσης σφαλμάτων διάταξης. Η εφαρμογή στη φάση Α μόνο ανιχνεύει και καταγράφει τα σφάλματα, χωρίς να παρέχει ανάδραση στο χρήστη.

Στη φάση Β δόθηκε στους χρήστες η εφαρμογή που περιγράφεται στο κεφάλαιο 3 με ενεργοποιημένη την δυνατότητα διόρθωσης και όλες τις διαδραστικές λειτουργίες (προσθήκη λέξης στο λεξικό κ.λπ. όπως περιγράφονται στην ενότητα

3.7.1). Στόχος αυτής της φάσης ήταν η αντιμετώπιση των παραπάνω σφαλμάτων και η αξιολόγηση της εφαρμογής από τους χρήστες.

Συμμετέχων	Φύλο (Γ ή Α)	Ηλικία	Φάσεις συμμετοχής	Ιδιότητα
1	Γ	34	Α, Β, ΗΣ	ΥΓ
2	Γ	23	Α, Β, ΗΣ	ΠΦ
3	Α	23	Α, Β, ΗΣ	ΠΦ
4	Α	23	Α, Β, ΗΣ	ΠΡ
5	Α	27	Α, Β, ΗΣ	ΠΡ
6	Α	23	Α, Β, ΗΣ	ΠΦ
7	Α	23	Α, Β	ΠΦ
8	Γ	23	Α, Β, ΗΣ	ΠΦ
9	Α	23	Α, Β, ΗΣ	ΠΦ
10	Α	23	Α, Β, ΗΣ	ΠΦ
11	Γ	50	Α, Β, ΗΣ	ΥΓ
12	Α	23	Α, Β, ΗΣ	ΠΦ
13	Α	23	Α, Β, ΗΣ	ΠΦ
14	Α	23	Α, Β, ΗΣ	ΠΦ
15	Α	23	Α, Β, ΗΣ	ΠΦ
16	Γ	23	Α, Β, ΗΣ	ΒΙ
17	Α	37	Α, Β, ΗΣ	ΥΓ
18	Α	25	Α, Β	ΜΦ
19	Γ	28	Α, Β	ΥΓ
20	Γ	23	Α, Β, ΗΣ	ΒΙ
21	Γ	24	Α, Β, ΗΣ	ΠΦ
G1	Α	19	Α, Β, ΗΣ	ΠΦ
G2	Α	23	Α, Β, ΗΣ	ΠΦ
G3	Α	19	Α, Β, ΗΣ	ΠΦ
Μ.Ο.		24		

Πίνακας 4.1: Δημογραφικά στοιχεία συμμετεχόντων και φάσεις της πειραματικής διαδικασίας που πήραν μέρος: Φάσεις Α και Β και ημιδομημένη συνέντευξη. Οι συμμετέχοντες G1-3 γράφουν σχεδόν αποκλειστικά με Greeklish.

Τέλος για την αξιολόγηση της εμπειρίας του χρήστη, καθώς επίσης και για την ανακάλυψη των σημείων που τον ικανοποίησαν περισσότερο ή που τον απασχόλησαν, πραγματοποιήθηκε ημιδομημένη συνέντευξη με τους περισσότερους συμμετέχοντες της φάσης Β. Οι ερωτήσεις (Παράρτημα Δ΄) που χρησιμοποιήθηκαν ως οδηγός για την συνέντευξη είχαν ενσωματωθεί σε μια φόρμα και δινόταν η δυνατότητα επιπλέον σημειώσεων πάνω σε αυτές. Ουσιαστικά έγινε μια καθοδηγούμενη συνομιλία με τους χρήστες της εφαρμογής.

Στο πείραμα συνολικά συμμετείχαν 24 άτομα (8 γυναίκες και 16 άνδρες). Η ηλικία τους ήταν μεταξύ 19 και 50 ετών με μέσο όρο τα 24. Δεκαπέντε συμμετέχοντες ήταν προπτυχιακοί φοιτητές (ΠΦ), δύο βιολόγοι (ΒΙ), δύο προγραμματιστές (ΠΡ), ένας μεταπτυχιακός φοιτητής (ΜΦ) και τέσσερις υπάλληλοι γραφείου (ΥΓ). Όλοι οι συμμετέχοντες πήραν μέρος και στις δύο φάσεις του πειράματος. Οι συμμετέχοντες βρέθηκαν μέσω προσωπικών επαφών.

Σε καθένα από τους συμμετέχοντες εξηγήθηκε αναλυτικά ο σκοπός της διπλωματικής εργασίας, του πειράματος και της διαδικασίας διεξαγωγής του. Για την προετοιμασία και την διευκόλυνση των συμμετεχόντων για το πείραμα, δόθηκαν σε αρχείο `PDF` οδηγίες, που περιέγραφαν τις λειτουργίες της εφαρμογής. Επιπλέον δημιουργήθηκε ιστοσελίδα[1] που περιείχε οδηγίες και διευκρινήσεις, καθώς επίσης και επεξηγηματικά βίντεο που έδειχναν τις διάφορες δυνατότητές της.

4.4 Φάση Α

Στην φάση Α έγινε μελέτη της συμπεριφοράς πληκτρολόγησης των συμμετεχόντων με έμφαση στην ανίχνευση των σφαλμάτων διάταξης. Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 3, η εφαρμογή εντοπίζει δύο τύπους σφαλμάτων διάταξης. Τα σφάλματα τύπου Ι, στα οποία ο χρήστης εισάγει ολόκληρη την λέξη και πατάει κάποιο σημείο στίξης (ενότητα 3.13.2) και στα σφάλματα τύπου ΙΙ, στα οποία ο χρήστης παρατηρεί ότι γράφει με την μη επιθυμητή διάταξη και το διορθώνει πριν πατήσει κάποιο σημείο στίξης (ενότητα 3.12). Τα σφάλματα τύπου Ι αναγνωρίζονται από το λεξικό της εφαρμογής και διορθώνονται αυτόματα ενώ τα σφάλματα τύπου ΙΙ καταγράφονται απλώς στο αρχείο καταγραφής.

Οι οδηγίες της φάσης αυτής στάλθηκαν στους συμμετέχοντες μέσω `email`, που περιλάμβανε επίσης και έναν σύνδεσμο για την πρόσβαση στην εφαρμογή. Η φάση αυτή είχε διάρκεια 7 ημέρες (αν και ορισμένοι την χρησιμοποίησαν περισσότερες) και μετά το πέρας αυτών ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να στείλουν τα συλλεγμένα δεδομένα. Η διαδικασία αυτή είχε αυτοματοποιηθεί και υλοποιούταν με το πάτημα ενός κουμπιού στην γραφική διεπαφή.

Τα απαραίτητα στοιχεία γράφονται σε ένα αρχείο καταγραφής (`log file`) στην μορφή «ημερομηνία και ώρα - μήνυμα - λοιπά στοιχεία». Στον πίνακα 4.2 φαίνονται αυτά αναλυτικά.

[1] https://hci.ece.upatras.gr/studentprojects/pokerface

Στοιχείο καταγραφής	Τρόπος καταγραφής
Γλώσσα λέξης που εισήχθει.	Αναγνώριση αλγοριθμικά της γλώσσας της λέξης που πληκτρολογήθηκε.
Αλλαγή διάταξης πληκτρολογίου.	Σε κάθε πληκτρολόγηση λέξης ελέγχεται η διάταξη πληκτρολογίου.
Αλλαγή παραθύρου.	Σε κάθε πληκτρολόγηση λέξης ελέγχεται το id του τρέχοντος παραθύρου.
Σφάλμα διάταξης τύπου I και από ποιά διάταξη σε ποιά.	Μέσω της διαδικασίας που περιγράφεται στην ενότητα 3.13.2.
Σφάλμα διάταξης μετά από αλλαγή παραθύρου.	Ανίχνευση με συνδυασμό των προηγούμενων τρόπων, δηλαδή αν ο χρήστης υπέπεσε σε σφάλμα διάταξης αμέσως μετά από αλλαγή παραθύρου.
Σφάλμα διάταξης μετά από αλλαγή διάταξης πληκτρολογίου.	Ανίχνευση με συνδυασμό των προηγούμενων τρόπων, δηλαδή αν ο χρήστης υπέπεσε σε σφάλμα διάταξης αμέσως μετά από αλλαγή διάταξης πληκτρολογίου.
Σφάλμα διάταξης τύπου II.	Αναγνώριση αλγοριθμικά μέσω της διαδικασίας που περιγράφεται στην ενότητα 3.12.

Πίνακας 4.2: Στοιχεία καταγραφής Α πειραματικής φάσης (Παράρτημα Β΄).

Μετά την συλλογή των καταγραμμένων δεδομένων έγινε ανάλυση αυτών για τον προσδιορισμό του ποσοστού των σφαλμάτων διάταξης που πραγματοποιούν οι Έλληνες χρήστες και την εξαγωγή άλλων χρήσιμων στοιχείων.

4.5 Φάση Β

Σε αυτήν την φάση δόθηκε στους χρήστες εφαρμογή που πραγματοποιεί αυτόματη διόρθωση των σφαλμάτων διάταξης πληκτρολογίου με τη μέθοδο *Αυτόματης Αντικατάστασης* (`Auto Replace`). Βασική επιδίωξη της φάσης Β ήταν η υποστήριξη των χρηστών στην αντιμετώπιση των παραπάνω σφαλμάτων, η αξιολόγηση της εφαρμογής και ο καθορισμός του βαθμού που πραγματικά βοήθησε και υποστήριξε τους χρήστες.

Για την καλύτερη οργάνωση του πειράματος, αλλά και για την ευκολότε-

ρη πρόσβαση από τους χρήστες στις διάφορες πληροφορίες σχετικά με την εφαρμογή σχεδιάστηκε ιστοσελίδα, που περιείχε την ίδια την εφαρμογή σε μορφή συμπιεσμένου φακέλου, οδηγίες για αυτήν, διάφορες χρήσιμες σημειώσεις και επεξηγηματικά βίντεο. Με αυτόν τον τρόπο όλες οι απαραίτητες πληροφορίες για την εφαρμογή βρίσκονται σε έναν χώρο που μπορεί να τον επισκεφτεί ο χρήστης απο παντού.

Η φάση αυτή είχε διάρκεια 10 ημέρες και μετά το πέρας αυτών ζητήθηκε πάλι απο τους συμμετέχοντες να στείλουν τα συλλεγμένα αρχεία. Τα στοιχεία που καταγράφονται σε αυτήν την φάση φαίνονται στον πίνακα 4.3.

4.6 Ημιδομημένη συνέντευξη

Οι ερευνητικές συνεντεύξεις είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος συλλογής δεδομένων στις ποιοτικές έρευνες (Ίσαρη & Πουρκός, 2015). Χρησιμοποιείται επί το πλείστον για:

- για συλλογή εμπειριών ή συμπεριφορών του χρήστη κατά την χρήση της εφαρμογής
- για συλλογή απόψεων - γνώμης
- για καταγραφή συναισθημάτων
- για συλλογή δημογραφικών στοιχείων

Ανάλογα με τον βαθμό δόμησης ή τυποποίησης της συνέντευξης από τον ερευνητή, διακρίνεται η ημιδομημένη και η μη δομημένη ποιοτική συνέντευξη. Σε αυτούς τους τύπους συνέντευξης ο ερευνητής επιδιώκει να παράξει όσο το δυνατόν πλουσιότερο ερευνητικό υλικό δίνοντας την ευκαιρία στους συμμετέχοντες της έρευνας να μιλήσουν για τις σκέψεις τους ή τις εμπειρίες τους ελεύθερα και σε βάθος (Robson, 2016).

Η ημιδομημένη συνέντευξη αποτελείται από ένα σύνολο προκαθορισμένων, σε ένα βαθμό, ερωτήσεων και χρησιμοποιείται συχνά από νέους ποιοτικούς μελετητές ώστε να έχουν έναν οδηγό για τα θέματα που θεωρούν ότι είναι σημαντικά να καλύψουν στο πλαίσιο της συνέντευξης. Χρειάζεται να σημειωθεί εδώ ότι ο συγκεκριμένος τύπος συνέντευξης παρουσιάζει ευελιξία ως προς την τροποποίηση του περιεχομένου των ερωτήσεων ανάλογα με τον ερωτώμενο, ως προς την εμβάθυση σε κάποια θέματα με συμμετέχοντες που κρίνονται κατάλληλοι, ως προς

Στοιχείο καταγραφής	Τρόπος καταγραφής
Γλώσσα λέξης που εισήχθει.	Αναγνώριση αλγοριθμικά της γλώσσας της λέξης που πληκτρολογήθηκε.
Αλλαγή διάταξης πληκτρολογίου.	Σε κάθε πληκτρολόγηση λέξης ελέγχεται η διάταξη πληκτρολογίου.
Αλλαγή παραθύρου.	Σε κάθε πληκτρολόγηση λέξης ελέγχεται το id του τρέχοντος παραθύρου.
Σφάλμα διάταξης τύπου I και από ποιά διάταξη σε ποιά.	Μέσω της διαδικασίας που περιγράφεται στην ενότητα 3.13.2.
Σφάλμα διάταξης μετά από αλλαγή παραθύρου.	Ανίχνευση με συνδυασμό των προηγούμενων τρόπων, δηλαδή αν ο χρήστης υπέπεσε σε σφάλμα διάταξης αμέσως μετά από αλλαγή παραθύρου.
Σφάλμα διάταξης μετά από αλλαγή διάταξης πληκτρολογίου.	Ανίχνευση με συνδυασμό των προηγούμενων τρόπων, δηλαδή αν ο χρήστης υπέπεσε σε σφάλμα διάταξης αμέσως μετά από αλλαγή διάταξης πληκτρολογίου.
Σφάλμα διάταξης τύπου I.	Αναγνώριση αλγοριθμικά μέσω της διαδικασίας που περιγράφεται στην ενότητα 3.12.
Χρόνος έναρξης εφαρμογής.	Καταγραφή της ακριβής ώρας εκκίνησης της εφαρμογής.
Λανθασμένη διόρθωση από την εφαρμογή.	Με την αναγνώριση της σίγασης της διόρθωσης, όπως αυτή περιγράφεται στην ενότητα 3.13.4.
Προσθήκη λέξης στο ελληνικό/αγγλικό λεξικό.	Με την καταγραφή του γεγονότος την στιγμή πατήματος του κουμπιού «done» στην γραφική διεπαφή εισαγωγής λέξης (ενότητα 3.7.2).
Διαγραφή λέξης από το ελληνικό/αγγλικό λεξικό.	Με την καταγραφή του γεγονότος την στιγμή πατήματος του κουμπιού διαγραφής στην βασική γραφική διεπαφή (ενότητα 3.7.1).
Επιβολή συγκεκριμένης λέξης.	Με την καταγραφή του γεγονότος την στιγμή πατήματος του κουμπιού επιβολής λέξης στην βασική γραφική διεπαφή (ενότητα 3.7.1).

Πίνακας 4.3: Στοιχεία καταγραφής Β πειραματικής φάσης (Παράρτημα Β΄). Στο σκιασμένο υπόβαθρο τα στοιχεία που καταγράφηκαν και στην Α φάση (πίνακας 4.2).

τη σειρά με την οποία τίθενται οι ερωτήσεις και τέλος ως προς την πρόσθεση ή αφαίρεση ερωτήσεων ή θεμάτων για συζήτηση.

Η μη δομημένη συνέντευξη είναι ανοικτή και δεν περιλαμβάνει προκαθορισμένες ερωτήσεις, αλλά γενικές ενότητες πάνω στις οποίες οι συμμετέχοντες στην έρευνα καλούνται να μιλήσουν ή να τοποθετηθούν ελεύθερα. Ειδικότερα, ο ερευνητής σχηματίζει συνήθως έναν κατάλογο από 7 ή 8 θέματα τα οποία θεωρεί σημαντικά και πάνω σε αυτά γίνεται η όλη διαδικασία. Ιδιαίτερα σημαντικό πλεονέκτημα στη συγκεκριμένη προσέγγιση αποτελεί η ανάδειξη νέων θεμάτων μέσα από τον λόγο των ίδιων των συμμετεχόντων, τα οποία δεν είχαν προκαθοριστεί από τους ερευνητές (Robson, 2016).

Η πλήρως δομημένη συνέντευξη δεν χρησιμοποιείται σχεδόν καθόλου στην ποιοτική έρευνα, καθώς βασίζεται σε αυστηρά προκαθορισμένες ερωτήσεις ως προς το περιεχόμενο, τη διατύπωση και τη σειρά αυτών και δεν επιτρέπει τη συλλογή δεδομένων σε βάθος ή την ανάδειξη νέων θεμάτων. Η αξιοποίηση κυρίως ανοικτών ερωτήσεων αποτελεί τη μόνη ουσιαστική διαφορά από ένα ερωτηματολόγιο δειγματοληπτικής έρευνας που χρησιμοποιεί συνεντεύξεις (Robson, 2016).

4.7 Αποτελέσματα

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τους χρήστες αναφέρθηκαν στα κεφάλαια 4.4 και 4.5 στους πίνακες 4.2 και 4.3 αντίστοιχα. Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με το λογισμικό `Jupyter Notebook`[2]. Επιπρόσθετα πραγματοποιήθηκαν ημιδομημένες συνεντεύξεις με ερωτήσεις προς τους χρήστες πάνω στην εμπειρία τους από την χρήση της εφαρμογής.

4.7.1 Αποτελέσματα της πειραματικής φάσης Α

Η πρώτη φάση της πειραματικής διαδικασίας διήρκησε 7 ημέρες και στόχος ήταν η μελέτη του τρόπου πληκτρολόγησης του χρήστη με έμφαση στην ανίχνευση των σφαλμάτων διάταξης. Από την ανάλυση των συλλεγμένων δεδομένων έγινε εμφανές το πρόβλημα γραφής λέξης με την λανθασμένη διάταξη πληκτρολογίου στους Έλληνες χρήστες.

Για τρεις από τους συμμετέχοντες η ανάλυση των δεδομένων γίνεται ξεχωριστά. Οι τρεις αυτοί χρήστες γράφουν ελληνικά χρησιμοποιώντας την αγγλική

[2]https://jupyter.org/

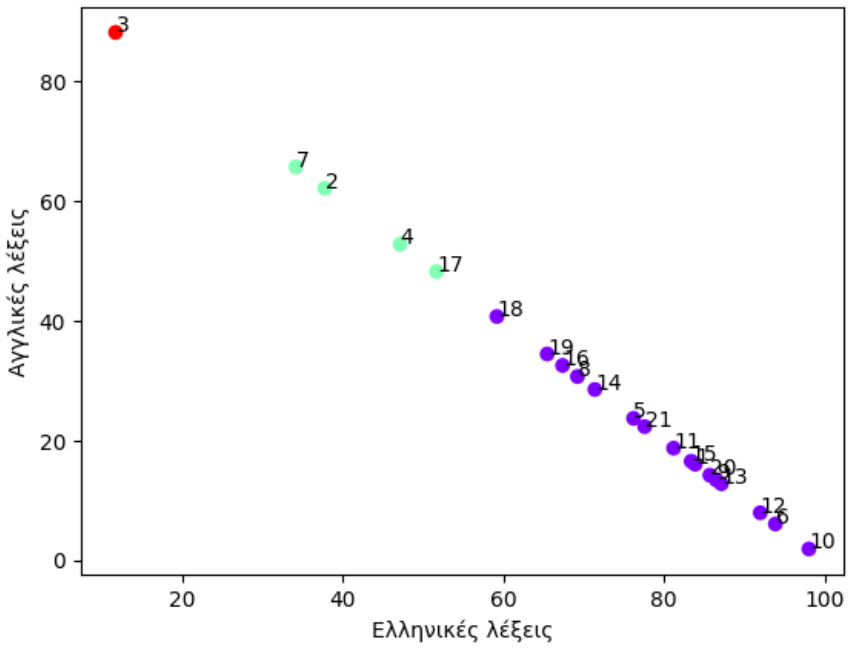
Συμ.	Ημέρες (Ώρες) χρήσης	Σύνολο λέξεων	Ελληνικές λέξεις	Αγγλικές λέξεις	Σφάλματα διάταξης τύπου Ι (% στο σύνολο των λέξεων)	Συνολικά σφάλματα διάταξης
1	7 (42)	2511	1950 (77,66%)	374 (14,89%)	187 (7,45%)	291
2	6 (20)	133	45 (33,83%)	74 (55,64%)	14 (10,53%)	21
3	7 (19)	109	6 (5,5%)	45 (41,28%)	58 (53,21%)	62
4	7 (47)	3690	1295 (35,09%)	1744 (47,26%)	651 (17.64%)	666
5	7 (27)	1273	876 (68,81%)	273 (21,45%)	124 (9,74%)	148
6	5 (19)	912	830 (91,01%)	54 (5,92%)	28 (3,07%)	38
7	4 (22)	163	52 (31,9%)	100 (61,35%)	11 (6,75%)	13
8	4 (66)	404	250 (61,88%)	111 (27,48%)	43 (10,64%)	48
9	2 (15)	1053	835 (79,3%)	130 (12,35%)	88 (8,36%)	119
10	6 (20)	1794	1725 (96,15%)	34 (1,9%)	35 (1,95%)	45
11	6 (26)	2874	2150 (74,81%)	497 (17,29%)	227 (7,9%)	254
12	3 (24)	663	576 (86,88%)	50 (7,54%)	37 (5,58%)	57
13	10 (83)	691	564 (81,62%)	83 (12,01%)	44 (6,37%)	59
14	9 (68)	1899	1287 (67,77%)	515 (27,12%)	97 (5,11%)	133
15	7 (28)	4227	3223 (76,25%)	641 (15,16%)	363 (8,59%)	388
16	6 (13)	911	579 (63,56%)	280 (30,74%)	52 (5,71%)	63
17	4 (29)	5370	2634 (49,05%)	2459 (45,79%)	277 (5,16%)	349
18	5 (29)	1618	892 (55,13%)	614 (37,95%)	112 (6,92%)	133
19	5 (24)	1501	945 (62,96%)	498 (33,18%)	58 (3,86%)	84
20	6 (29)	1674	1340 (80,05%)	223 (13,32%)	111 (6,63%)	158
21	3 (15)	548	385 (70,26%)	111 (20,26%)	52 (9,49%)	66
Μ.Ο.	6 (32)	1605,0	1069,0 (65,96%)	424,0 (26,19%)	127,1 (7.92%)	152,14

Πίνακας 4.4: Πλήθος λέξεων που πληκτρολόγησε ο κάθε συμμετέχοντας συνολικά, και σε κάθε διάταξη πληκτρολογίου για την φάση Α. Στην τρίτη στήλη φαίνονται οι συνολικές λέξεις που έχει πληκτρολογήσει ο κάθε συμμετέχοντας, στην τέταρτη και πέμπτη στήλη αντίστοιχα οι ελληνικές και αγγλικές λέξεις που εισήγαγε, στην έκτη στήλη το πλήθος των σφαλμάτων διάταξης τύπου Ι, που ανιχνεύθηκαν από την εφαρμογή (δηλαδή με βάση το λεξικό) και στην τελευταία στήλη τα συνολικά σφάλματα (τύπου Ι και τυπου ΙΙ) που πραγματοποιήθηκαν.

διάταξη πληκτρολογίου, συνεπώς η συμπεριφορά τους είναι πολύ διαφορετική από αυτή των υπόλοιπων 21 χρηστών.

Κανονικοί χρήστες

Οι χρήστες αυτοί πληκτρολογούν με την σωστή διάταξη τις λέξεις, συνεπώς πρέπει να γίνει ανίχνευση των συνολικών λέξεων που εισάγουν και των σφαλμάτων διάταξης που πραγματοποιούν. Στον πίνακα 4.4 φαίνονται οι συνολικές λέξεις που εισάγουν οι χρήστες, σε ποιά διάταξη αντιστοιχούν και ο αριθμός των σφαλμάτων διάταξης για τον καθένα.



Σχήμα 4.1: Ομαδοποίηση των χρηστών ως προς την συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη διάταξη πληκτρολογίου. Η πλειοψηφία των χρηστών γράφει με την ελληνική διάταξη.

.

Από τον πίνακα 4.4 μπορεί να γίνει κατηγοριοποίηση των χρηστών ως προς τον τρόπο πληκτρολόγησης και ειδικά ως προς την διάταξη πληκτρολογίου, που χρησιμοποιείται περισσότερο. Εντοπίζονται τρεις κατηγορίες χρηστών,

- χρήστες που γράφουν κυρίως με την ελληνική διάταξη πληκτρολογίου (1,5,6,8,9,10,11,12,13,14,15,16,18,19,20,21)

- χρήστες που γράφουν κυρίως με την αγγλική (3)
- χρήστες που γράφουν ισοδύναμα και με την αγγλική και την ελληνική διάταξη (2,4,7,17).

Ως κριτήριο επιλογής για την ομαδοποίηση ορίστηκε το πλήθος των λέξεων για κάθε διάταξη. Για την ομαδοποίηση των χρηστών σε ομάδες έγινε *ιεραρχική ομαδοποίηση* (`hierarchical clustering`) αυτών με κριτήριο το πλήθος των ελληνικών και αγγλικών λέξεων που πληκτρολόγησαν.

Συμμετέχων	Συνολικά σφάλματα διάταξης	Σφάλματα διάταξης τύπου I (% στο σύνολο των σφαλμάτων)	Σφάλματα διάταξης τύπου II (% στο σύνολο των σφαλμάτων)	Σφάλματα διάταξης αμέσως μετά από αλλαγή παραθύρου (% στο σύνολο των σφαλμάτων)	Σφάλματα διάταξης αμέσως μετά από αλλαγή διάταξης (% στο σύνολο των σφαλμάτων)
1	291	187 (64,26%)	104 (35,74%)	27 (14,44%)	23 (12,3%)
2	21	14 (66,67%)	7 (33,33%)	3 (21,43%)	1 (7,14%)
3	62	58 (93,55%)	4 (6,45%)	7 (12,07%)	7 (12,07%)
4	666	651 (97,75%)	15 (2,25%)	38 (5,84%)	15 (2,3%)
5	148	124 (83,78%)	24 (16,22%)	13 (10,48%)	8 (6,45%)
6	38	28 (73,68%)	10 (26,32%)	0 (0,0%)	5 (17,86%)
7	13	11 (84,62%)	2 (15,38%)	4 (36,36%)	0 (0,0%)
8	48	43 (89,58%)	5 (10,42%)	3 (6,98%)	5 (11,63%)
9	119	88 (73,95%)	31 (26,05%)	7 (7,95%)	13 (14,77%)
10	45	35 (77,78%)	10 (22,22%)	5 (14,29%)	2 (5,71%)
11	254	227 (89,37%)	27 (10,63%)	19 (8,37%)	25 (11,01%)
12	57	37 (64,91%)	20 (35,09%)	2 (5,41%)	9 (24,32%)
13	59	44 (74,58%)	15 (25,42%)	4 (9,09%)	6 (13,64%)
14	133	97 (72,93%)	36 (27,07%)	24 (24,74%)	18 (18,56%)
15	388	363 (93,56%)	25 (6,44%)	10 (2,75%)	14 (3,86%)
16	63	52 (82,54%)	11 (17,46%)	8 (15,38%)	2 (3,85%)
17	349	277 (79,37%)	72 (20,63%)	21 (7,58%)	43 (15,52%)
18	133	112 (84,21%)	21 (15,79%)	6 (5,36%)	15 (13,39%)
19	84	58 (69,05%)	26 (30,95%)	3 (5,17%)	3 (5,17%)
20	158	111 (70,25%)	47 (29,75%)	13 (11,71%)	12 (10,81%)
21	66	52 (78,79%)	14 (21,21%)	3 (5,77%)	5 (9,62%)
Μ.Ο.	152,0	127,0 (83,54%)	25,0 (16,46%)	10,0 (8,24%)	11,0 (8,65%)

Πίνακας 4.5: Κατηγορίες σφαλμάτων διάταξης και περιπτώσεις εμφάνισης αυτών.

Από την στήλη 5 του πίνακα 4.4 φαίνεται ότι η εφαρμογή εντόπισε σφάλματα

τύπου Ι σε ποσοστό περίπου 8% των συνολικών λέξεων που πληκτρολόγησε ο χρήστης. Το ολικό ποσοστό των σφαλμάτων είναι ελαφρώς μεγαλύτερο, καθώς μέσα σε αυτό περιλαμβάνονται και τα σφάλματα διάταξη τύπου ΙΙ, τα οποία παρατηρεί ο χρήστης πρωτού πατήσει κάποιο σημείο στίξης και τα διορθώνει, σύμφωνα με τον αλγόριθμο που περιγράφεται στην ενότητα 3.12. Συνεπώς γίνεται εμφανές **το πρόβλημα πληκτρολόγησης λέξεων με την μη επιθυμητή διάταξη** από τους Έλληνες χρήστες.

Εμβαθύνοντας στην ανάλυση των περιπτώσεων εμφάνισης αυτών των σφαλμάτων και στον τρόπο που ανιχνεύθηκαν από την εφαρμογή, προκύπτει ο πίνακας 4.5, που δείχνει τα ακριβή ποσοστά.

Παρατηρείται ότι η πλειοψηφία των σφαλμάτων που εμφανίστηκαν, ανιχνεύθηκαν από την εφαρμογή με τον αλγόριθμο 2, που περιγράφεται στην ενότητα 3.13.2. Αυτός ο αλγόριθμος μεταγράφει την πληκτρολογημένη λέξη στην εναλλακτική διάταξη και κάνει τον έλεγχο εμφάνισης σφάλματος διάταξης βασιζόμενος στο λεξικό της εφαρμογής. Το ποσοστό των σφαλμάτων που εντοπίστηκαν από αυτόν τον αλγόριθμο είναι 83,54% των συνολικών σφαλμάτων διάταξης, ενώ ένα μεγάλο ποσοστό (16,46%) έγινε αντιληπτό από τον χρήστη πριν πατήσει κάποιο σημείο στίξης και διορθώθηκε. Τα τελευταία σφάλματα ανιχνεύονται σύμφωνα με τον αλγόριθμο 1, που περιγράφεται στην ενότητα 3.12.

Επιπλέον παρατηρείται ότι τα σφάλματα διάταξης εμφανίστηκαν, σε ορισμένες περιπτώσεις, μετά από συγκεκριμένες ενέργειες που έκανε ο χρήστης. Συγκεκριμένα 8,24% των σφαλμάτων διάταξης εμφανίζονται αμέσως μετά από αλλαγή παραθύρου. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι ο χρήστης δεν δίνει έμφαση στην ενεργή διάταξη πληκτρολογίου, όταν αλλάζει παράθυρα, αλλά επικεντρώνεται στην επιλογή του κατάλληλου παραθύρου που θέλει να ανοίξει. Τέλος παρατηρήθηκε ότι σε ποσοστό 8,65% ο χρήστης υποπέφτει σε κάποιο από τα παραπάνω σφάλματα αμέσως μετά από αλλαγή διάταξης πληκτρολογίου. Όλα τα παραπάνω αποσπάνε τον χρήστη από την εργασία του και του μειώνουν τον παραγωγικό του χρόνο.

Σε αυτό το σημείο ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει, να ερευνηθεί από ποιά διάταξη σε ποιά ανιχνεύθηκε το σφάλμα διάταξης από την εφαρμογή. Η διαδικασία αυτή έχει αναλυθεί διεξοδικά στην ενότητα 3.13.1.

Από τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του πίνακα 4.6 φαίνεται ότι η εφαρμογή αναγνώρισε τα σφάλματα σε ποσοστό περίπου 60-40 ανάμεσα στην αγγλική

και ελληνική διάταξη αντίστοιχα. Αυτό σημαίνει ότι οι χρήστες κατά μέσο όρο υποπέφτουν σε περισσότερα σφάλματα διάταξης, όταν γράφουν στην αγγλική διάταξη πληκτρολογίου από ότι στην ελληνική. Αυτό καθιστά αναγκαία την δημιουργία μιας εφαρμογής που θα μπορεί να πραγματοποιήσει διόρθωση ενός τέτοιου σφάλματος τόσο από τα ελληνικά στα αγγλικά, όσο και το αντίθετο.

Συμμετέχων	Σφάλματα διάταξης τύπου Ι (% στο σύνολο των συνολικών σφαλμάτων)	από Αγγλικά σε Ελληνικά (% στο σύνολο των σφαλμάτων τύπου Ι)	από Ελληνικά σε Αγγλικά (% στο σύνολο των σφαλμάτων τύπου Ι)
1	187	95 (50,8%)	92 (49,2%)
2	14	8 (57,14%)	6 (42,86%)
3	58	57 (98,28%)	1 (1,72%)
4	651	631 (96,93%)	20 (3,07%)
5	124	73 (58,87%)	51 (41,13%)
6	28	17 (60,71%)	11 (39,29%)
7	11	3 (27,27%)	8 (72,73%)
8	43	27 (62,79%)	16 (37,21%)
9	88	26 (29,55%)	62 (70,45%)
10	35	6 (17,14%)	29 (82,86%)
11	227	120 (52,86%)	107 (47,14%)
12	37	17 (45,95%)	20 (54,05%)
13	44	11 (25,0%)	33 (75,0%)
14	97	68 (70,1%)	29 (29,9%)
15	363	93 (25,62%)	270 (74,38%)
16	52	30 (57,69%)	22 (42,31%)
17	277	105 (37,91%)	172 (62,09%)
18	112	56 (50,0%)	56 (50,0%)
19	58	40 (68,97%)	18 (31,03%)
20	111	58 (52,25%)	53 (47,75%)
21	52	22 (42,31%)	30 (57,69%)
Μ.Ο.	127,0 (83,54%)	74,0 (58,56%)	53,0 (41,44%)

Πίνακας 4.6: Πλήθος σφάλματων διάταξης και κατηγοριοποίησή τους ως προς την διάταξη που ανιχνεύθηκαν από την εφαρμογή. Στη δεύτερη στήλη είναι τα σφάλματα που ανίχνευσε η εφαρμογή χρησιμοποιώντας το λεξικό. Στις τελευταίες δύο στήλες τα σφάλματα διάταξης που ανίχνευσε και διόρθωσε η εφαρμογή, δηλ. όπου ο χρήστης έγραφε στη μια διάταξη, και η εφαρμογή διόρθωσε στην άλλη.

Χρήστες Greeklish

Πέρα από την ανάλυση των συλλεγμένων δεδομένων και την εξαγωγή συμπερασμάτων για τους χρήστες που πληκτρολογούν με την σωστή διάταξη, ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η παρατήρηση των αποτελεσμάτων για τους χρήστες που γράφουν με Greeklish. Το δείγμα των χρηστών δεν είναι μεγάλο, αλλά δίνει ορισμένα χαρακτηριστικά συμπεράσματα.

Όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 2.4.2, τα Greeklish χαρακτηρίζονται από άτυπους και χαλαρούς κανόνες ορθογραφίας, με αποτέλεσμα η ανίχνευση των λέξεων που γράφονται με αυτόν τον τρόπο να καθίσται δυσκολότερη. Στον πίνακα 4.7 φαίνονται τα στοιχεία και τα στατιστικά για τους 3 συμμετέχοντες στο πείραμα που χρησιμοποιούν τον παραπάνω ιδιαίτερο τρόπο πληκτρολόγησης.

Συμ.	Ημέρες (Ώρες) χρήσης	Σύνολο λέξεων	Ελληνικές λέξεις	Αγγλικές λέξεις	Σφάλματα διάταξης τύπου Ι (% στο σύνολο των λέξεων)	Συνολικά σφάλματα διάταξης
G1	8 (108)	1526	9	982	535 (35,06%)	536
G2	9 (66)	1238	45	767	426 (34,41%)	428
G3	4 (10)	403	2	245	156 (38,71%)	156
Μ.Ο.	7 (61)	1056,0	19,0 (1,77%)	665,0 (62,96%)	372,33 (35,27%)	373,33

Πίνακας 4.7: Πλήθος λέξεων που πληκτρολόγησε ο κάθε συμμετέχοντας συνολικά, και σε κάθε διάταξη πληκτρολογίου για την φάση Α, για τους χρήστες που γράφουν με Greeklish. Στην τέταρτη στήλη φαίνεται το πλήθος των σφαλμάτων που ανιχνεύθηκαν από την εφαρμογή βασιζόμενη στο λεξικό και στην τελευταία στήλη τα συνολικά σφάλματα διάταξης που έγιναν.

Από τον πίνακα 4.7 παρατηρείται ότι οι συγκεκριμένοι χρήστες έγραφαν επι το πλείστον με την αγγλική διάταξη πληκτρολογίου ενεργή και χρησιμοποιούσαν ελάχιστα έως καθόλου την ελληνική. Εμφανώς και λογικά το ποσοστό των σφαλμάτων διάταξης που ανιχνεύθηκαν είναι μεγαλύτερο από αυτό των κανονικών, δηλαδή αυτών που έγραφαν τις λέξεις με την ορθή διάταξη .

Συγκεκριμένα τα σφάλματα διάταξης εμφανίστηκαν σε ποσοστό 35% των συνολικών λέξεων. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι το ποσοστό αυτό ενδέχεται να είναι υψηλότερο, καθώς όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 2.4.2, ο τρόπος γραφής των λέξεων με τα Greeklish δεν ακολουθάει τον συμβατικό τρόπο πληκτρολόγησης και ορθογραφίας, αλλά έναν πιο ελεύθερο και ακανόνιστο.

Στον πίνακα 4.8 φαίνεται ο τρόπος ανίχνευσης των σφαλμάτων διάταξης από την εφαρμογή και τα ποσοστά εμφάνισης αυτών για τον καθένα, καθώς επίσης και τα ποσοστά των σφαλμάτων που πραγματοποιήθηκαν μετά από ορισμένες ενέργειες του χρήστη, όπως η αλλαγή διάταξης πληκτρολόγησης και η αλλαγή παραθύρου. Πριν γίνει ο σχολιασμός των συμπερασμάτων πρέπει να αναφερθεί ότι οι χρήστες αυτοί, δεν αλλάζουν συχνά διάταξη πληκτρολόγησης, αλλά προτιμούν να πληκτρολογούν με την αγγλική.

Συμ.	Συνολικά σφάλματα διάταξης	Σφάλματα διάταξης τύπου I (% στο σύνολο των σφαλμάτων)	Σφάλματα διάταξης τύπου II (% στο σύνολο των σφαλμάτων)	Σφάλματα διάταξης αμέσως μετά από αλλαγή παραθύρου (% στο σύνολο των σφαλμάτων)	Σφάλματα διάταξης αμέσως μετά από αλλαγή διάταξης (% στο σύνολο των σφαλμάτων)
G1	536	535 (99,81%)	1 (0,19%)	2 (0,37%)	4 (0,75%)
G2	428	426 (99,53%)	2 (0,47%)	5 (1,17%)	5 (1,17%)
G3	156	156 (100,0%)	0 (0,0%)	5 (3,21%)	1 (0,64%)
Μ.Ο.	373,0	372,0 (99,73%)	1,0 (0,27%)	4,0 (1,07%)	3,0 (0,9%)

Πίνακας 4.8: Κατηγορίες σφαλμάτων διάταξης και περιπτώσεις εμφάνισης αυτών. Στην δεύτερη στήλη φαίνονται τα συνολικά σφάλματα που έκανε κάθε συμμετέχοντας. Στην τρίτη και τέταρτη στήλη φαίνονται τα συνολικά σφάλματα διάταξης τύπου I και II αντίστοιχα, και στις δύο τελευταίες τα σφάλματα αυτά μετά από ορισμένες ενέργειες του χρήστη.

Στον πίνακα 4.8 παρατηρείται ότι οι συγκεκριμένοι χρήστες δεν ενδιαφέρονται για τον σωστό τρόπο πληκτρολόγησης μιας λέξης. Αυτό συμπεραίνεται αφενός από το μεγάλο ποσοστό των σφαλμάτων διάταξης που ανιχνεύθηκαν από την εφαρμογή και αφετέρου από την στήλη 4 του πίνακα 4.8, που δηλώνει ότι σχεδόν κανένας χρήστης δεν έσβησε και ξαναέγραψε μια λέξη με την σωστή διάταξη.

Τέλος στον πίνακα 4.9 φαίνεται εμφανώς ότι δεν γίνεται χρήση της ελληνικής διάταξης πληκτρολογίου από τους συγκεκριμένους χρήστες. Εύκολα παρατηρείται ότι τα σφάλματα διάταξης, που ανιχνεύθηκαν από τον αλγόριθμο 2 με βάση το λεξικό της εφαρμογής, πραγματοποιήθηκαν σε ποσοστό 99% των συνολικών σφαλμάτων από την αγγλική διάταξη.

Συμμετέχων	Σφάλματα διάταξης τύπου I	από Αγγλικά σε Ελληνικά (% στο σύνολο των σφαλμάτων λεξικού)	από Ελληνικά σε Αγγλικά (% στο σύνολο των σφαλμάτων λεξικού)
G1	535	532 (99,44%)	3 (0,56%)
G2	426	417 (97,89%)	9 (2,11%)
G3	156	156 (100,0%)	0 (0,0%)
M.O.	372,0 (99,73%)	368,0 (98,93%)	4,0 (1,07%)

Πίνακας 4.9: Πλήθος σφάλματων διάταξης και κατηγοριοποίησή τους ως προς την διάταξη που ανιχνεύθηκαν από την εφαρμογή. Στην δεύτερη στήλη φαίνονται τα σφάλματα διάταξης που ανίχνευσε η εφαρμογή χρησιμοποιώντας το λεξικό. Στις τελευταίες δύο στήλες τα σφάλματα διάταξης που ανίχνευσε και διόρθωσε η εφαρμογή, δηλ.όπου ο χρήστης έγραφε στη μια διάταξη, και η εφαρμογή διόρθωσε στην άλλη.

4.7.2 Αποτελέσματα της πειραματικής φάσης Β

Η φάση Β περιείχε την ολοκληρωμένη εφαρμογή που αναπτύχθηκε συμπεριλαμβανομένης της διόρθωσης και της αλληλεπίδρασης με τον χρήστη, όπως αναλύθηκε διεξοδικά στο κεφάλαιο 3. Τα συλλεγμένα δεδομένα αναλύθηκαν και προέκυψαν ορισμένες ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις και σημειώσεις. Για τον ολοκληρωμένο σχολιασμό των αποτελεσμάτων της χρησιμοποιήθηκαν και τα στοιχεία που σημειώθηκαν από την ημιδομημένη συνέντευξη (ενότητα 4.7.3).

Κανονικοί χρήστες

Αρχικά αναζητήθηκαν τα ποσοστά εμφάνισης των σφάλματος διάταξης και συγκρίθηκαν με αυτά της φάσης Α.

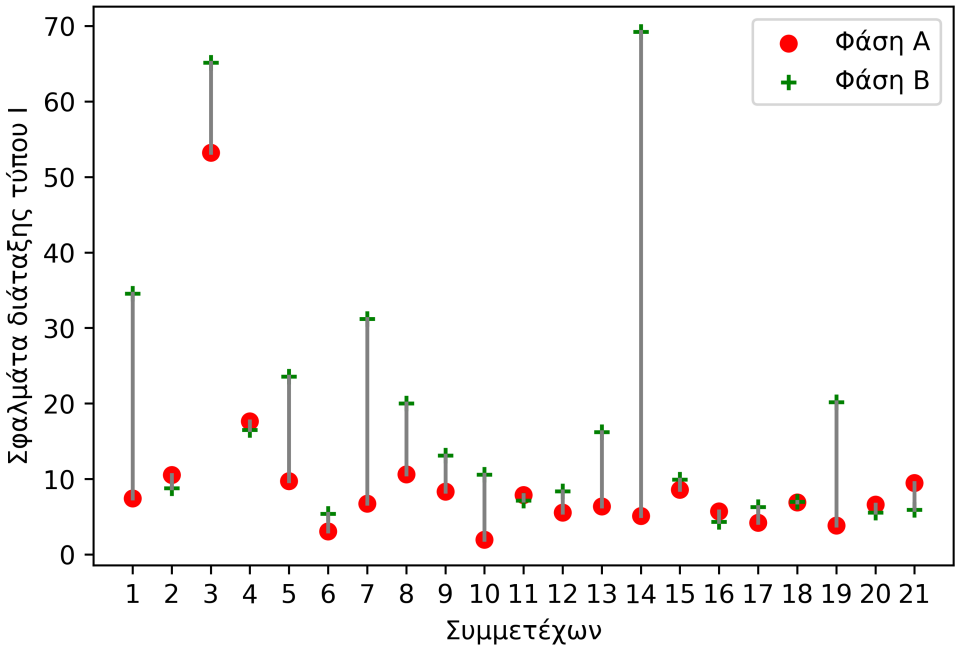
Τα σφάλματα διάταξης τύπου I είναι αυτά, που διορθώθηκαν αυτόματα και ανιχνεύονται με αναζήτηση της πληκτρολογημένης λέξης στα λεξικά της εφαρμογής, όπως περιγράφεται στην ενότητα 3.13.2. Τα σφάλματα τύπου II, είναι αυτά που διορθώθηκαν από τον χρήστη πριν πατήσει κάποιο σημείο στίξης, και αναγνωρίζονται μέσω της διαδικασίας που αναφέρεται στην ενότητα 3.12.

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα του πίνακα 4.10 φαίνεται εμφανώς, ότι οι χρήστες χρησιμοποίησαν σε μεγαλύτερο βαθμό την εφαρμογή σε αυτήν την φάση. Αυτό προκύπτει άμεσα από το γεγονός ότι πληκτρολόγησαν σχεδόν τις διπλάσιες λέξεις από την φάση Α (Πίνακας 4.4), καθώς επίσης και από τον συνολικό χρόνο χρήσης της εφαρμογής, ο οποίος αυξήθηκε. Οι χρήστες δήλωσαν ότι είχαν ενδιαφέρον να δοκιμάσουν μια εφαρμογή που θα μπορούσε να τους βοηθήσει στην

διαδικασία πληκτρολόγησης. Σε ότι αφορά το ποσοστό των αγγλικών και ελληνικών λέξεων που πληκτρολόγησαν, φαίνεται ότι είναι περίπου στο ίδιο επίπεδο με αυτό της φάσης Α (Πίνακας 4.4), δηλαδή σε αναλογία 60-40 κατά μέσο όρο.

Όσον αφορά τα σφάλματα διάταξης παρατηρήθηκε μια αύξηση στο ποσοστό εμφάνισης αυτών, συγκριτικά με το αντίστοιχο της φάσης Α (Πίνακας 4.4).

Συγκεκριμένα το ποσοστό των σφαλμάτων διάταξης τύπου Ι για την φάση Β είναι 15,73%, ενώ το αντίστοιχο της φάσης Α είναι 7,92%. Το ποσοστό σφαλμάτων διάταξης στο σύνολο των λέξεων και για τις δύο φάσεις, για όλους τους συμμετέχοντες φαίνεται στο σχήμα 4.2 Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ορισμένοι χρήστες μείωσαν τις αλλαγές διάταξης πληκτρολογίου, και χρησιμοποίησαν την εφαρμογή προς όφελος τους, έτσι ώστε να μην χρειάζεται να εναλλάσσουν διαρκώς διάταξη.



Σχήμα 4.2: Ποσοστά σφαλμάτων διάταξης στο σύνολο των πληκτρολογημένων λέξεων για τις φάσεις Α και Β. Σε ορισμένους χρήστες το ποσοστό αυτό αυξήθηξε αρκετά (1,7,14,19).

Για να γίνει η παραπάνω παρατήρηση εμφανής γίνεται διερεύνηση των συνολικών αλλαγών διάταξης που έκαναν οι χρήστες για τις δύο φάσεις. Αρχικά για να είναι δυνατός ο καθορισμός των χρηστών που χρησιμοποίησαν την εφαρμογή, τόσο για την αυτόματη διόρθωση των σφαλμάτων διάταξης, όσο και για την

Συμ.	Ημέρες (Ώρες) χρήσης	Σύνολο λέξεων	Ελληνικές λέξεις	Αγγλικές λέξεις	Σφάλματα διάτ. τύπου Ι (% στο σύνολο των λέξεων)	Συνολικά σφάλματα διάταξης
1	8 (50)	2080	1049 (50,43%)	312 (15,0%)	719 (34,57%)	781
2	7 (57)	3574	3121 (87,33%)	139 (3,89%)	314 (8,79%)	332
3	14 (48)	565	47 (8,32%)	150 (26,55%)	368 (65,13%)	375
4	9 (35)	3825	2431 (63,56%)	762 (19,92%)	632 (16,52%)	660
5	10 (65)	2711	861 (31,76%)	1211 (44,67%)	639 (23,57%)	674
6	10 (21)	1392	1201 (86,28%)	115 (8,26%)	76 (5,46%)	90
7	5 (8)	125	63 (50,4%)	23 (18,4%)	39 (31,2%)	40
8	9 (99)	305	65 (21,31%)	179 (58,69%)	61 (20,0%)	66
9	6 (10)	1677	1275 (76,03%)	182 (10,85%)	220 (13,12%)	246
10	7 (24)	491	317 (64,56%)	122 (24,85%)	52 (10,59%)	64
11	8 (44)	9290	5784 (62,26%)	2841 (30,58%)	665 (7,16%)	693
12	4 (19)	1322	1146 (86,69%)	65 (4,92%)	111 (8,4%)	128
13	15 (199)	1622	1161 (71,58%)	198 (12,21%)	263 (16,21%)	280
14	10 (69)	3881	640 (16,49%)	555 (14,3%)	2686 (69,21%)	2707
15	11 (41)	7024	5762 (82,03%)	564 (8,03%)	698 (9,94%)	750
16	8 (26)	1240	683 (55,08%)	503 (40,56%)	54 (4,35%)	65
17	7 (62)	8425	6068 (72,02%)	1825 (21,66%)	532 (6,31%)	670
18	10 (38)	1014	389 (38,36%)	554 (54,64%)	71 (7,0%)	82
19	11 (54)	1238	640 (51,7%)	348 (28,11%)	250 (20,19%)	274
20	7 (15)	2061	1524 (73,94%)	422 (20,48%)	115 (5,58%)	118
21	4 (13)	960	669 (69,69%)	234 (24,38%)	57 (5,94%)	66
Μ.Ο.	9 (48)	2611,0	1622,0 (63,65%)	538,0 (20,62%)	411,0 (15,73%)	436,0

Πίνακας 4.10: Πλήθος λέξεων που πληκτρολόγησε ο κάθε συμμετέχοντας συνολικά, και σε κάθε διάταξη πληκτρολογίου, για την φάση Β. Στην τέταρτη στήλη φαίνεται το πλήθος των σφαλμάτων που ανιχνεύθηκαν από την εφαρμογή βασιζόμενη στο λεξικό και στην τελευταία στήλη τα συνολικά σφάλματα διάταξης που έγιναν.

αύξηση της παραγωγικότητάς τους κατά την διαδικασία πληκτρολόγησης χρειάζεται να ποσοτικοποιηθεί η συμπεριφορά αυτή των χρηστών. Ορίζεται συνεπώς η μετρική διάταξης ΜΔ_ϕ για την φάση φ που δηλώνει την σχέση μεταξύ των αλλαγών διάταξης και των συνολικών λέξεων που πληκτρολόγησε ο χρήστης στην πειραματική φάση φ:

$$\text{ΜΔ}_\phi = \frac{\text{ΣΛ}_\phi}{\text{ΑΔ}_\phi} \tag{4.1}$$

όπου ΑΔ_ϕ είναι ο αριθμός αλλαγών διάταξης για την φάση φ και ΣΛ_ϕ είναι το σύνολο λέξεων για την φάση φ.

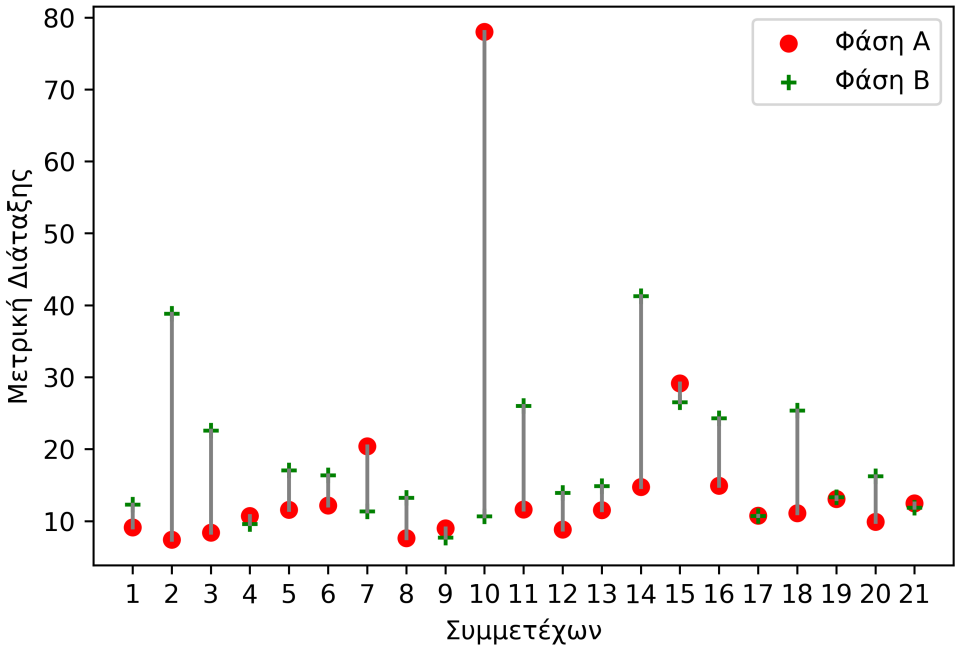
Η μετρική αυτή δηλώνει τον αριθμό των λέξεων που πληκτρολόγησε ο χρήστης ανάμεσα σε δύο αλλαγές διατάξεων. Σύμφωνα με αυτήν προκύπτει ο πίνακας 4.11 που δείχνει την σχέση μεταξύ των αλλαγών διάταξης και των συνολικών λέξεων για κάθε χρήστη.

Συμμετέχων	Σύνολο λέξεων Φάσης Α	$ΜΔ_A$	Σύνολο λέξεων Φάσης Β	$ΜΔ_B$
1	2511	9,13	2080	12,31
2	133	7,39	3574	38,85
3	109	8,38	565	22,6
4	3690	10,73	3825	9,61
5	1273	11,58	2711	17,05
6	912	12,16	1392	16,38
7	163	20,38	125	11,36
8	404	7,62	305	13,26
9	1053	9,00	1677	7,69
10	1794	78,00	491	10,67
11	2874	11,59	9290	26,02
12	663	8,84	1322	13,92
13	691	11,52	1622	14,88
14	1899	14,72	3881	41,29
15	4227	29,15	7024	26,51
16	911	14,93	1240	24,31
17	5370	10,74	8425	10,72
18	1618	11,09	1014	25,35
19	1501	13,05	1238	13,32
20	1674	9,91	2061	16,23
21	548	12,45	960	11,85
Μ.Ο.		15,39		18,30

Πίνακας 4.11: Μετρική Διάταξης για τις δύο πειραματικές φάσεις.

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα του πίνακα 4.11 φαίνεται ότι συνολικά υπήρχε μια μικρή αύξηση των λέξεων που έγραφαν οι χρήστες μεταξύ δύο αλλαγών διάταξης (18,3 λέξεις στην φάση Β έναντι 15,39 λέξεων στην φάση Α). Αυτό το γεγονός οφείλεται στην μείωση των αλλαγών διάταξης που έκαναν οι χρήστες κατά την χρήση της εφαρμογής στην φάση Β. Στο διάγραμμα 4.3 αποτυπώνονται οι τιμές της μετρικής διάταξης για τις δύο φάσεις του πειράματος. Παρατηρείται ότι συνολικά υπήρχε αύξηση των λέξεων που έγραφαν οι χρήστες ανάμεσα σε δύο αλλαγές διάταξης.

Σε ορισμένους συμμετέχοντες μάλιστα, εντοπίστηκε μεγάλη αύξηση της τιμής της μετρικής διάταξης στην φάση Β σε σχέση με την φάση Α (2, 3, 11, 12, 14, 16, 18, 20). Συγκεκριμένα για τους παραπάνω χρήστες παρατηρήθηκε αύξηση της τάξης του 44%. Τα αποτελέσματα αυτά δικαιολογούν και τις απαντήσεις



Σχήμα 4.3: Μετρική διάταξης για κάθε συμμετέχοντα και για τις δύο φάσεις του πειράματος. Παρατηρείται ότι συνολικά οι χρήστες στην φάση Β γράφουν περισσότερες λέξεις ανάμεσα στις αλλαγές διάταξης.

ορισμένων συμμετεχόντων στην σχετική ερώτηση στην ημιδομημένη συνέντευξη (ενότητα 4.7.3), ως προς την βοήθεια που παρείχε η εφαρμογή στην αύξηση της παραγωγικότητας κατά την πληκτρολόγηση. Στο σχήμα 4.3 φαίνεται ότι 3 χρήστες (7,10,15) δεν είχαν την ίδια συμπεριφορά με την πλειοψηφία. Σε αυτούς τους χρήστες παρατηρήθηκε αύξηση του αριθμού αλλαγών διάταξης. Οι δύο από αυτούς (10,15) κατά την διάρκεια χρήσης της εφαρμογής στην φάση Β ασχολούνταν με τον προγραμματισμό και δήλωσαν ότι χρειαζόταν να αλλάζουνε συχνά διάταξη για την εργασία που κάνανε. Αυτό ανέφεραν ότι οφείλεται στο γεγονός ότι η εφαρμογή δεν ήταν βελτιστοποιημένη για τους ιδιαίτερους συμβολισμούς που χρησιμοποιούσανε.

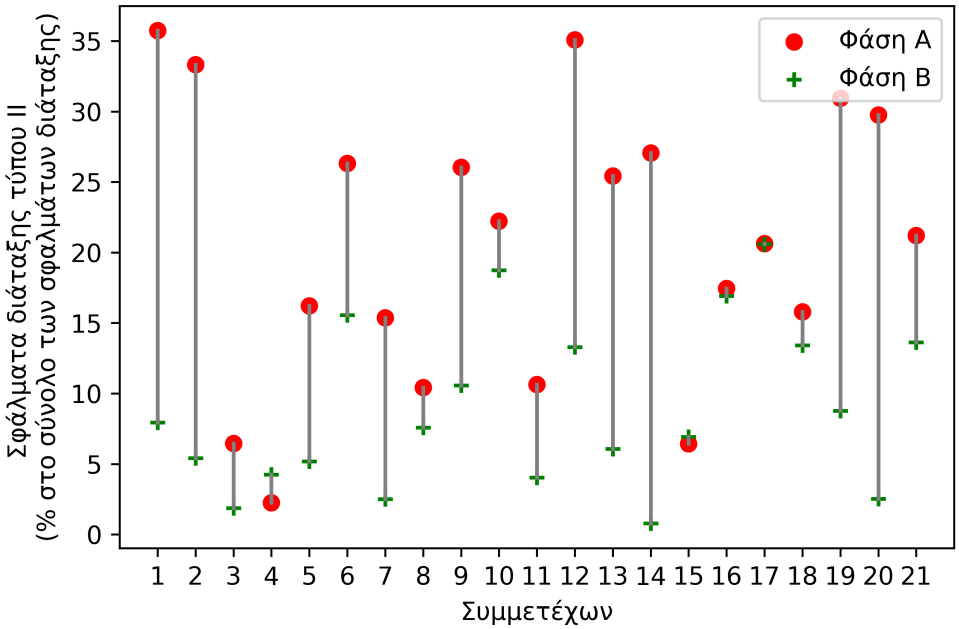
Ενδιαφέρον έχει σε αυτό το σημείο να μελετηθούν τα διάφορα είδη σφαλμάτων διάταξης που ανιχνεύει η εφαρμογή και ο τρόπος που ανιχνεύθηκαν. Σε αυτήν την φάση δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη, όπως αναφέρεται και στην ενότητα 3.8, να απενεργοποιεί και να ενεργοποιεί συγκεκριμένες λειτουργίες τις εφαρμογής.

Συμ.	Συνολικά σφάλματα διάταξης	Σφάλματα διάταξης τύπου I (% στο σύνολο των σφαλμάτων λεξικού)	Σφάλματα διάταξης τύπου I με απενεργοποιημένη διόρθωση (% στο σύνολο των σφαλμάτων λεξικού)	Σφάλματα διάταξης τύπου II (% στο σύνολο των συνολικών σφαλμάτων)
1	781	719 (92,06%)	0 (0,0%)	62 (7,94%)
2	332	314 (94,58%)	0 (0,0%)	18 (5,42%)
3	375	362 (96,53%)	6 (1,6%)	7 (1,87%)
4	660	632 (95,76%)	0 (0,0%)	28 (4,24%)
5	674	638 (94,66%)	1 (0,15%)	35 (5,19%)
6	90	76 (84,44%)	0 (0,0%)	14 (15,56%)
7	40	39 (97,5%)	0 (0,0%)	1 (2,5%)
8	66	59 (89,39%)	2 (3,03%)	5 (7,58%)
9	246	220 (89,43%)	0 (0,0%)	26 (10,57%)
10	64	41 (64,06%)	11 (17,19%)	12 (18,75%)
11	693	665 (95,96%)	0 (0,0%)	28 (4,04%)
12	128	84 (65,62%)	27 (21,09%)	17 (13,28%)
13	280	263 (93,93%)	0 (0,0%)	17 (6,07%)
14	2707	2686 (99,22%)	0 (0,0%)	21 (0,78%)
15	750	646 (86,13%)	52 (6,93%)	52 (6,93%)
16	65	54 (83,08%)	0 (0,0%)	11 (16,92%)
17	670	214 (31,94%)	318 (47,46%)	138 (20,6%)
18	82	46 (56,1%)	25 (30,49%)	11 (13,41%)
19	274	250 (91,24%)	0 (0,0%)	24 (8,76%)
20	118	115 (97,46%)	0 (0,0%)	3 (2,54%)
21	66	57 (86,36%)	0 (0,0%)	9 (13,64%)
Μ.Ο.	436,0	390,0 (89,29%)	21,0 (4,82%)	26,0 (5,88%)

Πίνακας 4.12: Πλήθος και ποσοστά σφαλμάτων διάταξης που ανιχνεύθηκαν από την εφαρμογή και τρόπος ανίχνευσης αυτών για την φάση Β. Στην τελευταία στήλη είναι τα σφάλματα που αντιλήφθηκε ο χρήστης και διόρθωσε πριν ενεργοποιηθεί η αυτόματη διόρθωση.

Μελετώντας τα στοιχεία του πίνακα 4.12 φαίνεται ότι το ποσοστό των σφαλμάτων διάταξης τύπου I είναι περίπου το 94% των συνολικών σφαλμάτων. Το παραπάνω νούμερο αποτελείται από τα σφάλματα διάταξης που διορθώθηκαν αυτόματα από την εφαρμογή (89%), σύμφωνα με τον αλγόριθμο 2 που περιγράφεται στην ενότητα 3.13.2, και από αυτά που απλώς ανιχνεύθηκαν χωρίς να γίνει κάποια διόρθωση (5%), καθώς την είχε απενεργοποιήσει ο χρήστης (ενότητα 3.8).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η μελέτη των λόγων που ορισμένοι συμμετέχοντες



Σχήμα 4.4: Ποσοστό σφαλμάτων τύπου II για την φάση A και B. Παρατηρείται μείωση του ποσοστού στην φάση B για την πλειοψηφία των χρηστών.

απενεργοποίησαν την αυτόματη διόρθωση. Για τον καθορισμό των λόγων που οδηγήθηκαν στην παραπάνω ενέργεια, μελετήθηκαν οι απαντήσεις που δόθηκαν στην ημιδομημένη συνέντευξη (ενότητα 4.7.3). Οι δύο βασικοί λόγοι που οδήγησαν ορισμένους χρήστες στην απενεργοποίηση της αυτόματης διόρθωσης ήταν ότι δεν τους βοηθούσε πρακτικά στην δουλειά που έκαναν και ότι ο τρόπος διόρθωσης της εφαρμογής τους αποσπούσε από την εργασία τους.

Τέλος το ποσοστό των σφαλμάτων διάταξης τύπου II, δηλαδή αυτών που παρατηρήθηκαν από τον χρήστη και διορθώθηκαν πριν να ενεργοποιηθεί η αυτόματη διόρθωση, για την φάση B (6%) είναι εμφανώς μικρότερο από αυτό της φάσης A (16%). Μια εξήγηση αυτού του φαινομένου είναι, μιας και είναι απίθανο οι χρήστες να βελτιώθηκαν από την φάση A στην φάση B, ότι λόγω της επίγνωσης της αυτόματης διόρθωσης, περίμεναν η εφαρμογή να τους διορθώσει τα σφάλματα διάταξης και συνεπώς δεν έδιναν τόση σημασία στην διόρθωσή τους. Αυτό εξηγείται και από τις απαντήσεις τους στην ημιδομημένη συνέντευξη (ενότητα 4.7.3).

Στον πίνακα 4.13 παρατηρείται ότι μειώθηκε το ποσοστό των σφαλμάτων διάταξης που πραγματοποιείται αμέσως μετά από αλλαγή παραθύρου (4%) και διάταξης πληκτρολογίου (4%) σε σχέση με αυτό της φάσης A (8% και 8% αντίστοιχα στον πίνακα 4.5). Στην φάση B οι χρήστες φάνηκε να πληκτρολογούν περισ-

Συμμετέχων	Συνολικά σφάλματα διάταξης	Σφάλματα διάταξης αμέσως μετά από αλλαγή παραθύρου (% στο σύνολο των συνολικών σφαλμάτων	Σφάλματα διάταξης αμέσως μετά από αλλαγή διάταξης (% στο σύνολο των συνολικών σφαλμάτων)
1	781	30 (3,84%)	27 (3,46%)
2	332	11 (3,31%)	8 (2,41%)
3	375	14 (3,73%)	9 (2,4%)
4	660	41 (6,21%)	39 (5,91%)
5	674	35 (5,19%)	25 (3,71%)
6	90	6 (6,67%)	9 (10,0%)
7	40	0 (0,0%)	3 (7,5%)
8	66	5 (7,58%)	5 (7,58%)
9	246	10 (4,07%)	30 (12,2%)
10	64	3 (4,69%)	1 (1,56%)
11	693	87 (12,55%)	31 (4,47%)
12	128	4 (3,12%)	10 (7,81%)
13	280	5 (1,79%)	19 (6,79%)
14	2707	77 (2,84%)	29 (1,07%)
15	750	7 (0,93%)	32 (4,27%)
16	65	7 (10,77%)	5 (7,69%)
17	670	26 (3,88%)	103 (15,37%)
18	82	10 (12,2%)	10 (12,2%)
19	274	11 (4,01%)	7 (2,55%)
20	118	20 (16,95%)	11 (9,32%)
21	66	7 (10,61%)	4 (6,06%)
Μ.Ο.		20,0 (4,55%)	20,0 (4,55%)

Πίνακας 4.13: Περιπτώσεις εμφάνισης σφαλμάτων διάταξης για την φάση Β.

σότερο ανάμεσα από τις αλλαγές παραθύρου, με αποτέλεσμα, αφού αυξήθηκε το συνολικό ποσοστό σφαλμάτων διάταξης, να υπήρχε μείωση στα σφάλματα διάταξης αμέσως μετά από αλλαγή παραθύρου. Αντίστοιχα παρατηρήθηκε μείωση στο μισό του ποσοστού σφαλμάτων διάταξης ακριβώς μετά από αλλαγή διάταξης, γεγονός που οφείλεται στην μειώση των συνολικών αλλαγών διάταξης από τους χρήστες, όπως αυτό παρατηρείται από τον πίνακα 4.11 αλλά και από την ημιδομημένη συνέντευξη (ενότητα 4.7.3).

Συμ.	Λέξεις χωρίς σφάλμα διάταξης	Σφάλματα διάταξης τύπου Ι	Αγγλικές λέξεις (% στο σύνολο των λέξεων χωρίς σφάλμα διάταξης)	Αγγλικά σε Ελληνικά (% στο σύνολο των σφαλμά-των τύπου Ι)	Ελληνικές λέξεις (% στο σύνολο των λέξεων χωρίς σφάλμα διάταξης)	Ελληνικά σε Αγγλικά (% στο σύνολο των σφαλμά-των τύπου Ι)
1	1361	719	312 (22,92%)	634 (88,18%)	1049 (77,08%)	85 (11,82%)
2	3260	314	139 (4,26%)	18 (5,73%)	3121 (95,74%)	296 (94,27%)
3	197	368	150 (76,14%)	340 (92,39%)	47 (23,86%)	28 (7,61%)
4	3193	632	762 (23,86%)	448 (70,89%)	2431 (76,14%)	184 (29,11%)
5	2072	639	1211 (58,45%)	577 (90,3%)	861 (41,55%)	62 (9,7%)
6	1316	76	115 (8,74%)	31 (40,79%)	1201 (91,26%)	45 (59,21%)
7	86	39	23 (26,74%)	31 (79,49%)	63 (73,26%)	8 (20,51%)
8	244	61	179 (73,36%)	50 (81,97%)	65 (26,64%)	11 (18,03%)
9	1457	220	182 (12,49%)	86 (39,09%)	1275 (87,51%)	134 (60,91%)
10	439	52	122 (27,79%)	30 (57,69%)	317 (72,21%)	22 (42,31%)
11	8625	665	2841 (32,94%)	243 (36,54%)	5784 (67,06%)	422 (63,46%)
12	1211	111	65 (5,37%)	41 (36,94%)	1146 (94,63%)	70 (63,06%)
13	1359	263	198 (14,57%)	216 (82,13%)	1161 (85,43%)	47 (17,87%)
14	1195	2686	555 (46,44%)	2652 (98,73%)	640 (53,56%)	34 (1,27%)
15	6327	698	565 (8,93%)	215 (30,8%)	5762 (91,07%)	483 (69,2%)
16	1186	54	503 (42,41%)	40 (74,07%)	683 (57,59%)	14 (25,93%)
17	7894	532	1825 (23,12%)	143 (26,88%)	6069 (76,88%)	389 (73,12%)
18	943	71	554 (58,75%)	47 (66,2%)	389 (41,25%)	24 (33,8%)
19	989	250	348 (35,19%)	174 (69,6%)	641 (64,81%)	76 (30,4%)
20	1063	115	422 (21,69%)	36 (31,3%)	1524 (78,31%)	79 (68,7%)
21	903	57	234 (25,91%)	14 (24,56%)	669 (74,09%)	43 (75,44%)
Μ.Ο.		411,0		289,0 (70,35%)		122,0 (29,65%)

Πίνακας 4.14: Πλήθος σφάλματων τύπου Ι που ανιχνεύθηκαν από την εφαρμογή και κατηγοριοποίησή τους ως προς την διάταξη. Στην πέμπτη στήλη (*Αγγλικά σε Ελληνικά*) αναγράφονται οι αυτόματες διορθώσεις όπου οι χρήστες έγραψαν ελληνικές λέξεις με την αγγλική διάταξη. Στην έβδομη στήλη το ανάποδο.

Ο πίνακας 4.14 δείχνει τα συνολικά σφάλματα διάταξης που εντοπίστηκαν με βάση το λεξικό της εφαρμογής και από ποιά διάταξη σε ποιά έγινε η διόρθωση. Παρομοίως με την φάση Α το ποσοστό των σφαλμάτων διάταξης που αναγνωρίστηκαν από την αγγλική διάταξη είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο στην ελληνική. Ορισμένοι χρήστες βέβαια (1,2,5,11,12,16,18,20,21) είχαν παρόμοιο ποσοστό

διόρθωσης και για τις δύο διατάξεις.

Σε αυτήν την φάση δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να επεξεργαστεί το λεξικό μέσω της γραφικής διεπαφής. Όπως αναφέρεται και στην ενότητα 3.7.1, ο χρήστης μπορεί να προσθέσει μια λέξη στο λεξικό της εφαρμογής πατώντας πάνω στην λέξη, να διαγράψει μια λέξη από το λεξικό και να επιβάλλει την γραφή μιας συγκεκριμένης λέξης που εμφανίζεται στην γραφική διεπαφή. Με αυτόν τον τρόπο του δίνεται η δυνατότητα να εξατομικεύσει την εφαρμογή στον τρόπο πληκτρολόγησής του. Στον πίνακα 4.15 φαίνονται ο αριθμός των λέξεων που προστέθηκαν στον λεξικό, διαγράφηκαν από το λεξικό και επιβλήθηκαν από τον χρήστη αντίστοιχα. Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία φαίνεται ότι λίγοι χρήστες μόνο χρησιμοποίησαν τις δυνατότητες της γραφικής διεπαφής, ενώ οι περισσότεροι απλώς εκμεταλλεύτηκαν την ιδιότητα της αυτόματης διόρθωσης χωρίς να μελετήσουν και να δώσουν έμφαση στην λειτουργικότητα που υλοποιεί η γραφική διεπαφή.

Οι συμμετέχοντες που χρησιμοποίησαν τις λειτουργίες της γραφικής διεπαφής, σύμφωνα με τις απαντήσεις που έδωσαν στην ημιδομημένη συνέντευξη, κατάλαβαν πλήρως τον λόγο ύπαρξης αυτών. Συγκεκριμένα ανέφεραν ότι πρόσθεταν μια λέξη στο λεξικό, όταν η εφαρμογή δεν διόρθωνε προκειμένου να εντοπίσει την λέξη την επόμενη φορά και να την διορθώσει. Επιπρόσθετα χρησιμοποίησαν την διαγραφή λέξης από το λεξικό για τον ίδιο λόγο, δηλαδή για να μην διορθώνει η εφαρμογή λέξεις που δεν θέλουν να διορθώνει. Τέλος οι χρήστες είπαν ότι ορισμένες φορές σε περίπτωση λάθους διόρθωσης, πατάγανε το κουμπί επιβολής λέξης για να γραφτεί η σωστή λέξη στην οθόνη.

Οι χρήστες που δεν χρησιμοποίησαν τις παραπάνω δυνατότητες είπαν ότι τους κάλυπτε η αυτόματη διόρθωση και δεν χρειάστηκε να κάνουν κάτι άλλο.

Συμμετέχων	Λέξεις που προστέθηκαν/διαγράφηκαν/επιβληθήκαν	Ελληνικές λέξεις που προστέθηκαν/διαγράφηκαν/επιβληθήκαν	Αγγλικές λέξεις που προστέθηκαν/διαγράφηκαν/επιβληθήκαν
1	9/25/5	8/5/4	1/20/1
2	-	-	-
3	22/1/13	21/-/12	1/1/1
4	6/7/5	3/4/2	3/3/3
5	18/6/21	13/4/18	5/2/3
6	-	-	-
7	1/-/1	0/-/1	1/-/0
8	-	-	-
9	-	-	-
10	-	-	-
11	24/51/35	8/15/18	16/36/17
12	-	-	-
13	-/3/8	-/1/7	-/2/1
14	45/4/102	44/2/80	1/2/22
15	-/-/2	-/-/0	-/-/1
16	2/2/11	1/1/3	1/1/8
17	-/3/1	-/2/1	-/1/0
18	-/1/-	-/1/-	-/0/-
19	2/1/-	1/0/-	1/1/-
20	-/4/-	-/1/-	-/3/-
21	-/-/5	-/-/2	-/-/3
Μ.Ο.	14,0/ 9,0/ 16,0	11,0 (78,58%)/ 3,0 (33,33%)/ 10,0(62,50%)	3,0 (21,42%)/ 6,0 (66,67%)/ 6,0 (37,50%)

Πίνακας 4.15: Λειτουργίες της γραφικής διεπαφής που χρησιμοποιήθηκαν από τους χρήστες. Στην δεύτερη και τρίτη στήλη του πίνακα φαίνονται οι λέξεις που προστέθηκαν και διαγράφηκαν αντίστοιχα από το λεξικό της εφαρμογής από τον χρήστη μέσω των λειτουργιών της γραφικής διεπαφής. Στην τελευταία στήλη φαίνεται το σύνολο των λέξων που επιβλήθηκαν από τους χρήστες στην οθόνη.

Χρήστες Greeklish

Σε αυτήν την φάση όπως και στην φάση Α γίνεται ξεχωριστή ανάλυση για τους χρήστες που χρησιμοποιούν τα Greeklish ως τρόπο πληκτρολόγησης. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η μελέτη των στοιχείων που συλλέχθηκαν από τους παραπάνω χρήστες, καθώς επίσης και των σχολίων τους από την ημιδομημένη συνέντευξη. Στον πίνακα 4.16 φαίνονται οι συνολικές λέξεις και τα συνολικά σφάλματα διάτα-

ξης που έκαναν.

Το ποσοστό των σφαλμάτων διάταξης αυξήθηκε ελάχιστα σε σύγκριση με αυτό της φάσης Α. Επίσης παρατηρείται, όπως και στα αποτελέσματα της φάσης Α, ότι οι χρήστες των Greeklish χρησιμοποιούν σε ελάχιστες περιπτώσεις την ελληνική διάταξη πληκτρολογίου.

Συμ.	Ημέρες (Ώρες) χρήσης	Σύνολο λέξεων	Ελληνικές λέξεις	Αγγλικές λέξεις	Σφάλματα διάταξης τύπου Ι (% στο σύνολο των λέξεων)	Συνολικά σφάλματα διάταξης
G1	4 (40)	482	2 (0,41%)	233 (48,34%)	247 (51,24%)	248
G2	10 (54)	849	99 (11,66%)	322 (37,93%)	428 (50,41%)	443
G3	5 (6)	581	21 (3,61%)	269 (46,3%)	291 (50,09%)	296
Μ.Ο.	6 (33)	637,0	41,0 (6,38%)	275,0 (43,1%)	322,0 (50,52%)	329,0

Πίνακας 4.16: Πλήθος λέξεων που πληκτρολόγησε ο κάθε συμμετέχοντας συνολικά, και σε κάθε διάταξη πληκτρολογίου για την φάση Β, για τους χρήστες που γράφουν με Greeklish. Στην έκτη στήλη φαίνεται το πλήθος των σφαλμάτων που ανιχνεύθηκαν από την εφαρμογή βασιζόμενη στο λεξικό και στην τελευταία στήλη τα συνολικά σφάλματα διάταξης που έγιναν.

Στον πίνακα 4.17 φαίνονται τα ποσοστά των σφαλμάτων διάταξης και ο τρόπος ανίχνευσης αυτών από την εφαρμογή. Από το μικρό ποσοστό των σφαλμάτων διάταξης που παρατηρήθηκαν από τους χρήστες και διορθώθηκαν πριν πατήσουν κάποιο σημείο στίξης (πίνακας 4.17 στήλη 5), συμπεραίνεται, παρόμοια με την φάση Α, ότι οι χρήστες αυτοί δεν δίνουν ιδιαίτερη σημασία στην πληκτρολόγηση με την σωστή διάταξη πληκτρολογίου.

Στην ερώτηση για τον λόγο που συμβάινει αυτό, απήντησαν ότι τους βολεύει να γράφουν μονίμως με την αγγλική διάταξη, γιατί αφενός πληκτρολογούν ταχύτερα, καθώς δεν χρειάζεται να αλλάζουν διάταξη, και αφετέρου δεν δίνουν σημασία στο να γράφουν με τον σωστό τρόπο ή την σωστή ορθογραφία.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η μελέτη των λόγων που δύο από αυτούς του συμμετέχοντες απενεργοποίησαν την αυτόματη διόρθωση σε ορισμένες περιπτώσεις (πίνακας 4.17 στήλη 4). Ο πρώτος είπε στην ημιδομημένη συνέντευξη ότι για μια συγκεκριμένη εργασία που έκανε, που περιείχε ιδιαίτερη ορολογία, δεν ήθελε να διορθώνει η εφαρμογή, συνεπώς την απενεργοποίησε. Σε αντίθεση ο δεύτερος ανέφερε ότι η εφαρμογή δεν λειτουργούσε βέλτιστα και δεν αναγνώριζε σωστά τις

λέξεις που γράφονταν με Greeklish, με αποτέλεσμα να τον επηρεάζει αρνητικά στην όλη διαδικασία πληκτρολόγησης. Αυτό οφείλεται στον λόγο ότι, η εφαρμογή δεν είχε σχεδιαστεί για να υποστηρίζει τον ιδιαίτερο τρόπο πληκτρολόγησης των Greeklish.

Συμμετέχων	Συνολικά σφάλματα διάταξης	Σφάλματα διάταξης τύπου I (% στο σύνολο των σφαλμάτων λεξικού)	Σφάλματα διάταξης τύπου I με απενεργοποιημένη διόρθωση (% στο σύνολο των σφαλμάτων λεξικού)	Σφάλματα διάταξης τύπου II (% στο σύνολο των συνολικών σφαλμάτων)
G1	248	247 (99,6%)	0 (0,0%)	1 (0,4%)
G2	443	402 (90,74%)	26 (5,87%)	15 (3,39%)
G3	296	82 (27,7%)	209 (70,61%)	5 (1,69%)
Μ.Ο.	329,0	244,0 (74,06%)	78,0 (23,81%)	7,0 (2,13%)

Πίνακας 4.17: Πλήθος και ποσοστά σφαλμάτων διάταξης που ανιχνεύθηκαν από την εφαρμογή και τρόπος ανίχνευσης αυτών, για τους χρήστες Greeklish για την φάση Β. Στην τελευταία στήλη φαίνονται τα σφάλματα διάταξης που εντόπισε και διόρθωσε ο χρήστης πρωτού πατήσει κάποιο σημείο στίξης.

Στον πίνακα 4.18 φαίνεται ότι ελάχιστα σφάλματα διάταξης έγιναν αμέσως μετά από αλλαγή παραθύρου ή από αλλαγή διάταξης πληκτρολογίου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός, σύμφωνα με τις απαντήσεις τους στην ημιδομημένη συνέντευξη, ότι αρχικά οι συγκεκριμένοι συμμετέχοντες χρησιμοποιούσαν την εφαρμογή στο μεγαλύτερο μέρος της σε εφαρμογές συνομιλίας χωρίς να αλλάζουν πολλές φορές παράθυρα και επιπλέον στο γεγονός ότι δεν άλλαζαν πολλές φόρες διάταξη πληκτρολογίου, αφού προτιμούσαν την αγγλική. Οι χρήστες αυτοί έγραφαν κατά μέσο όρο 187 λέξεις ανάμεσα στις αλλαγές διάταξης. Η συμπεριφορά των συγκεκριμένων χρηστών ως προς την πληκτρολόγηση δεν άλλαξε σε σχέση με την φάση Α.

Στον πίνακα 4.19 φαίνεται η γλώσσα από την οποία αναγνωρίστηκε ένα σφάλμα διάταξης. Όπως είναι λογικό, καθώς οι χρήστες αυτοί γράφουν κυριώς με την αγγλική διάταξη, το 96% των συνολικών σφαλμάτων διάταξης αναγνωρίστηκαν από αυτήν.

Σε αυτό το σημείο θα γίνει ιδιαίτερη αναφορά στην εμπειρία ενός συμμετέχοντα, από τους παραπάνω, από την χρήση της εφαρμογής και στον τρόπο που τον βοήθησε. Συγκεκριμένα ανέφερε ότι «*η εφαρμογή με βοήθησε στο να αποτυ-*

Συμμετέχων	Συνολικά σφάλματα διάταξης	Σφάλματα διάταξης αμέσως μετά από αλλαγή παραθύρου (% στο σύνολο των συνολικών σφαλμάτων)	Σφάλματα διάταξης αμέσως μετά από αλλαγή διάταξης (% στο σύνολο των συνολικών σφαλμάτων)
G1	248	4 (1,61%)	5 (2,02%)
G2	443	20 (4,51%)	16 (3,61%)
G3	296	4 (1,35%)	1 (0,34%)
Μ.Ο.		7,0 (2,23%)	7,0 (2,23%)

Πίνακας 4.18: Κατηγορίες σφαλμάτων διάταξης και περιπτώσεις εμφάνισης αυτών για την φάση Β.

πώνω πιο σωστά τις σκέψεις μου και αυτά που θέλω να πω σε αυτόν που μίλαγα». Επίσης είπε ότι η πολύ σωστή διόρθωση των ελληνικών λέξεων που έγραφε με την αγγλική διάταξη και συγκεκριμένα η προσθήκη των τόνων στις ελληνικές λέξεις τον βοήθησε να επικοινωνεί καλύτερα.

Συμμετέχων	Σφάλματα διάταξης με βάση το λεξικό	από Αγγλικά σε Ελληνικά (% στο σύνολο των σφαλμάτων λεξικού)	από Ελληνικά σε Αγγλικά (% στο σύνολο των σφαλμάτων λεξικού)
G1	247	243 (98,38%)	4 (1,62%)
G2	428	399 (93,22%)	29 (6,78%)
G3	291	288 (98,97%)	3 (1,03%)
Μ.Ο.	322,0	310,0 (96,27%)	12,0 (3,73%)

Πίνακας 4.19: Πλήθος σφάλματων διάταξης που ανιχνεύθηκαν από την εφαρμογή και κατηγοριοποίησή τους ως προς την διάταξη. Οι χρήστες των Greeklish έκαναν την πλειοψηφία των σφαλμάτων διάταξης, ενώ ήταν ενεργή η αγγλική διάταξη.

Τέλος στον πίνακα 4.20 φαίνονται οι λέξεις που πρόσθεσαν, διέγραψαν από το λεξικό και επέβαλαν οι χρήστες αντίστοιχα μέσω της γραφικής διεπαφής. Οι δύο από τους τρεις συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν αυτές τις λειτουργίες και είπαν ότι τους βοήθησε τόσο στο να διορθώνουν τα λάθη της εφαρμογής και να την αποτρέπουν να τα ξανακάνει όσο και στο να προσωποποιήσουν την εφαρμογή στον τρόπο που γράφουν.

Συμμετέχων	Λέξεις που προστέθηκαν/διαγράφηκαν/επιβληθήκαν στο λεξικό	Ελληνικές λέξεις που προστέθηκαν/διαγράφηκαν/επιβληθήκαν στο λεξικό	Αγγλικές λέξεις που προστέθηκαν/διαγράφηκαν/επιβληθήκαν στο λεξικό
G1	4/6/5	2/2/6	2/4/1
G2	1/0/17	0/0/6	1/0/11
G3	-/-/-	-/-/-	-/-/-
Μ.Ο.	3,0/ 3,0/ 11,0	1,0 (33,3%) 1,0 (33,33%)/ 5,0 (45,45%)	2,0 (66,6%) 2,0 (66,67%) 6,0 (54,55%)

Πίνακας 4.20: Λειτουργίες της γραφικής διεπαφής που χρησιμοποιήθηκαν από τους χρήστες. Στην δεύτερη και τρίτη στήλη του πίνακα φαίνονται οι λέξεις που προστέθηκαν και διαγράφηκαν αντίστοιχα από το λεξικό της εφαρμογής από τον χρήστη μέσω των λειτουργιών της γραφικής διεπαφής. Στην τελευταία στήλη φαίνεται το σύνολο των λέξων που επιβλήθηκαν από τους χρήστες στην οθόνη.

4.7.3 Αποτελέσματα ημιδομημένης συνέντευξης

Συμπληρωματικά με την φάση Β και μετά την λήξη της πραγματοποιήθηκαν ημιδομημένες συνεντεύξεις με 21 από τους 24 συμμετέχοντες για την αξιολόγηση της εμπειρίας τους από την χρήση της εφαρμογής και την καταγραφή των απόψεών τους πάνω σε αυτήν. Ο λόγος ήταν η άντληση περαιτέρω πληροφοριών και η ερμηνεία παρατηρήσεων που έγιναν στις φάσεις Α και Β.

Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε ως οδηγός της συνέντευξης παρατίθεται στο παράρτημα Δ΄.

Αρχικά ερωτήθηκαν γενικές ερωτήσεις στους συμμετέχοντες σχετικά με τις ασχολίες που έκαναν στον υπολογιστή κατά την διάρκεια διεξαγωγής της φάσης Β και τον τρόπο που πληκτρολογούν. Η πλειοψηφία των χρηστών πληκτρολογούσε κείμενα για κάποια εργασία ή αναφορά που είχε σε περιβάλλον Microsoft Word, έκανε αναζητήσεις στο Google και συνομιλούσε διαδικτυακά (chatting και emails). Τρεις χρήστες ασχολούνταν με τον προγραμματισμό.

Όσον αφορά τον τρόπο πληκτρολόγησης 5 χρήστες έγραφαν σχεδόν τυφλά, κοιτώντας το πληκτρολόγιο μόνο για ειδικά σύμβολα (κατηγορία Α), 8 χρήστες κοιτώντας αποκλειστικά το πληκτρολόγιο (κατηγορία Β) και 8 χρήστες έγραφαν με ενδιάμεση συμπεριφορά (κατηγορία Γ).

Όλοι οι χρήστες δήλωσαν πως κατάλαβαν πλήρως τον σκοπό της εφαρ-

Συμ.	Εργασία γραφείου (Word κ.λπ.)	Διαδικτυακή συνομιλία (chatting, mails)	Αναζητήσεις στο Google, Youtube κ.λπ.	Προγραμματισμός	Τρόπος πληκτρολόγησης
1	✓	✓	✓	-	Γ
2	-	✓	✓	-	Α
3	-	-	✓	-	Β
4	-	✓	✓	✓	Γ
5	✓	✓	✓	-	Α
6	-	✓	✓	-	Β
8	-	✓	✓	-	Β
9	-	✓	✓	-	Γ
10	✓	✓	✓	✓	Α
11	✓	✓	✓	-	Β
12	✓	✓	✓	-	Β
13	-	✓	✓	-	Γ
14	✓	✓	✓	-	Α
15	✓	✓	✓	✓	Γ
16	✓	✓	✓	-	Γ
17	✓	✓	✓	-	Β
20	✓	✓	✓	-	Β
21	✓	✓	✓	-	Γ
G1	-	✓	✓	-	Γ
G2	✓	✓	✓	-	Β
G3	-	✓	✓	-	Α

Πίνακας 4.21: Συμμετέχοντες που πήραν μέρος στην ημιδομημένη συνέντευξη σε αντιστοιχία με τους άλλους πίνακες, ασχολίες κατά την διάρκεια της φάσης Β, και τρόπος πληκτρολόγησης αυτών.

μογής και το είδος των σφαλμάτων που διορθώνει. Επίσης στους περισσότερες χρήστες, εκτός από δύο, η εφαρμογή τους βοήθησε συνολικά στην διαδικασία πληκτρολόγησης, τόσο στην αντιμετώπιση των σφαλμάτων διάταξης, όταν ξεχνάγανε να αλλάξουν διάταξη, όσο και στην συνολική αποδοτικότητά τους κατά την πληκτρολόγηση. Ο ένας από αυτούς τους δύο ανέφερε ότι τον αποσπούσε το τρόπος διόρθωσης από την εργασία που έκανε, καθώς θα προτιμούσε να μην γίνεται αυτόματη διόρθωση, αλλά να υπάρχει επισήμανση, με κάποιον τρόπο, των σφαλμάτων διάταξης που είχε κάνει. Ο δεύτερος ανέφερε ότι λόγω της διόρθωσης ορισμένες φορές κάποιων λέξεων που δεν ήθελε, απενεργοποιούσε την διόρθωση με αποτέλεσμα η εφαρμογή να μην του προσφέρει κάτι ουσιαστικό.

Στην συνέχεια ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να πούνε πόσο συχνά κά-

νουν κάποιο σφάλμα διάταξης και αν αυτό τους επηρεάζει. Όλοι τους απάντησαν ότι συχνά υποπέφτουν σε τέτοια σφάλματα και ότι η κατάσταση αυτή είναι πολύ ενοχλητική. Για το λόγο αυτό τόνισαν ότι είχαν ενδιαφέρον να χρησιμοποιήσουν μια «*πρωτόγνωρη*» για εκείνους εφαρμογή.

Στην ερώτηση «*πως πραγματικά σε βοήθησε η εφαρμογή*» σχεδόν όλοι οι συμμέχοντες απάντησαν ότι αρχικά τους βοήθησε να αντιμετωπίζουν τα σφάλματα διάταξης πληκτρολογίου, μιας και η εφαρμογή τους τα διόρθωνε αυτόματα όταν ξέχναγαν να αλλάξουν διάταξη, και επιπρόσθετα τους βοήθαγε να επικεντρωθούν στην εργασία που κάνουν, καθώς δεν είχαν μονίμως το νου τους στο ποια διάταξη είναι ενεργή. Συγκεκριμένα η πλειοψηφία απάντησε σε αντιστοιχία με τον χρήστη 1, ότι «*δεν χρειαζόταν να αλλάξω γλώσσα για να γράψω μια-δύο λέξεις στην άλλη διάταξη, καθώς το έκανε η εφαρμογή για μένα*». Ορισμένοι συμμετέχοντες είπαν μάλιστα ότι σταμάτησαν να αλλάζουν διάταξη διαρκώς, μιας και η εφαρμογή τους έκανε τις απαραίτητες διορθώσεις, με αποτέλεσμα να είναι πιο παραγωγικοί στην εργασία που έκαναν. Η παραπάνω συμπεριφορά δικαιολογεί την αύξηση των σφαλμάτων διάταξης που έκαναν οι συμμετέχοντες στην φάση Β, αλλά και την αύξηση της μετρικής διάταξης.

Μια ιδιαίτερη παρατήρηση που έκαναν τρεις συμμετέχοντες ήταν ότι η εφαρμογή τους βοήθησε και στον εντοπισμό ορθογραφικών λαθών. Πιο λεπτομερώς είπανε σε αντιστοιχία με τα λεγόμενα του χρήστη 6 ότι «*όταν έγραφα μια λέξη έριχνα μια ματιά στο παραθυράκι για να δω αν την έκανε πράσινη, αν όχι ξαναέβλεπα αν την έγραψα σωστά*». Συμπεραίνεται συνεπώς ότι η εφαρμογή βοήθησε τους χρήστες σε θέματα για τα οποία δεν είχε σχεδιαστεί.

Κατόπιν ρωτήθηκαν οι συμμετέχοντες αν διάβασαν τις οδηγίες που τους δόθηκαν και αν είδαν τα επεξηγηματικά βίντεο που βρίσκονται στην ιστοσελίδα της εφαρμογής. Μόνο δύο από αυτούς δεν διάβασαν τις οδηγίες, ενώ οι υπόλοιποι τις είδαν και τις χαρακτήρισαν κατατοπιστικές και λεπτομερείς. Οι οδηγίες τις εφαρμογής μπορούν να βρεθούν στο παράρτημα Ε΄. Δέκα από τους συμμετέχοντες αφιέρωσαν χρόνο στην μελέτη και στην κατανόηση των λειτουργιών της γραφικής διεπαφής και επισήμαναν ότι τις χρησιμοποίησαν κατά την διάρκεια χρήσης της εφαρμογής. Μάλιστα τόνισαν ότι τα βίντεο στην ιστοσελίδα τους βοήθησαν να καταλάβουν την πραγματική χρησιμότητα αυτών.

Επιπρόσθετα με τα παραπάνω ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να πούνε την άποψή τους πάνω στην γραφική διεπαφή και κατά πόσο τους φάνηκε χρήσιμη κατά την χρήση της εφαρμογής. Οι περισσότεροι από αυτούς την είχαν κυρίως

στο παρασκήνιο και μάλιστα σε σμίκρυνση. Όταν ρωτήθηκαν γιατί δεν την χρησιμοποίησαν είπαν, σε αντιστοιχία με τον χρήστη 15, ότι «*δεν έκατσα να ασχοληθώ μαζί της, καθώς με κάλυπτε η αυτόματη διόρθωση*». Παρόλα αυτά ορισμένοι συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν τις λειτουργίες της γραφικής διεπαφής και κατέληξαν στο συμπέρασμα, σε αντιστοιχία με τον χρήστη 5, ότι «*όταν ξεκίνησα να χρησιμοποιώ την καταχώρηση λέξεων, η εφαρμογή λειτουργούσε πολύ πιο ομαλά στον τρόπο που πληκτρολογώ*». Οι περισσότεροι από αυτούς χρησιμοποίησαν την λειτουργία προσθήκης λέξης στο λεξικό, προκειμένου να αναγνωρίζει και να διορθώνει η εφαρμογή τις λέξεις που θέλουνε, την λειτουργία επιβολής λέξης για να διορθώσουν κάποια λανθασμένη διόρθωση της εφαρμογής, και λιγότερο την λειτουργία διαγραφής λέξης.

Επιπλέον έγινε συζήτηση με τους συμμετέχοντες σχετικά με την συνολική λειτουργία της εφαρμογής και ρωτήθηκε αν υπήρχαν φορές που δεν αναγνώριζε κάποιες λέξεις που πληκτρολογούσαν. Όλοι οι συμμετέχοντες είπαν ότι δεν υπήρχε στιγμή που να μην λειτουργούσε όπως έπρεπε, δηλαδή να μην αναγνώριζε τις λέξεις που εισήγαγαν.

Στην συνέχεια ζητήθηκε από τους ερωτηθέντες να αξιολογήσουν τον τρόπο διόρθωσης (διαγραφή-επαναπληκτρολόγηση) και να εκφράσουν οποιαδήποτε σχόλια έχουν πάνω σε αυτόν. Όλοι οι συμμετέχοντες εκτός από έναν, είπαν σε αντιστοιχία με τον χρήστη 1 ότι «*δεν με ενόχλησε καθόλου, η αλλαγή γινόταν ακαριαία, μου άρεσε που διόρθωνε έτσι ταχύτατα*». Ένας χρήστης (17) τόνισε ότι δεν τον βοήθαγε ο τρόπος διόρθωσης να επικεντρωθεί στην εργασία που κάνει, καθώς θα προτιμούσε η εφαρμογή να παρέχει έναν τρόπο ειδοποίησης σε περίπτωση σφάλματος διάταξης, και όχι να διορθώνει αυτόματα. Για να είναι ολοκληρωμένη η αξιολόγηση του τρόπου διόρθωσης ρωτήθηκε αν εντοπίστηκε κάποια φορά κατά την διαδικασία διόρθωσης επικάλυψη των εισαγόμενων από το πληκτρολόγιο στοιχείων με αυτά που γράφει η εφαρμογή. Κανένας χρήστης δεν ανέφερε τέτοιο πρόβλημα, γεγονός που δηλώνει ότι ο μηχανισμός αυτόματης διόρθωσης λειτούργησε σωστά (ενότητα 3.11).

Σε ότι αφορά την επιτυχία διόρθωσης οι συμμετέχοντες είπαν ότι η εφαρμογή διόρθωνε εκεί που έπρεπε εκτός από μια δύο φορές, που διόρθωσε κάτι που δεν ήθελαν. Επιπρόσθετα με αυτό ανέφεραν ότι σε ελάχιστες περιπτώσεις δεν διόρθωσε μια λέξη που έπρεπε. Αυτό ταιριάζει απόλυτα με τα αποτελέσματα που αφορούν την απόδοση της εφαρμογής, ως προς την ορθή διορθωση των σφαλμάτων διάταξης και περιγράφονται παρακάτω, στην ενότητα 4.8.

Τέλος ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να πούνε αν θα χρησιμοποιούσαν την εφαρμογή μετά το πέρας του πειράματος και αν όχι τι θα άλλαζαν. Σχεδόν όλοι είπαν σε αντιστοιχία με τον χρήστη 5 ότι *σίγουρα θα την χρησιμοποιούσα γιατί με βοηθάει να τα κάνω όλα πιο γρήγορα και χωρίς λάθη*. Μάλιστα δύο από αυτούς δήλωσαν πως την χρησιμοποιούν και μετά την λήξη του πειράματος σε καθημερινή βάση. Ο χρήστης 10 σαν απάντηση σε αυτήν την ερώτηση είπε «*η εφαρμογή με βοήθησε σε ορισμένες περιπτώσεις που έκανα λάθος, αλλά δεν θα έμπαινα στον κόπο να την κατεβάσω ξεχωριστά. Αν ερχόταν όμως ενσωματωμένη με τα Windows θα την χρησιμοποιούσα καθημερινά.*». Αυτή η παρατήρηση είναι πολύ ενδιαφέρουσα μιας και δείχνει έναν ακόμα τομέα στον οποίο θα μπορούσε να βελτιωθεί η εφαρμογή.

Συμπερασματικά θα μπορούσε να ειπωθεί, ότι η εφαρμογή βοήθησε τους χρήστες στην αντιμετώπιση των σφαλμάτων διάταξης και συγχρόνως τους βοήθησε να είναι πιο παραγωγικοί στις εργασίες που κάνουν.

4.8 Μελέτη - Απόδοση συστήματος

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε για την μελέτη του συστήματος και την αξιολόγησή του ως προς την επιτυχή διόρθωση των λέξεων αλλά και για το πόσο υποστήριξε και βοήθησε τους χρήστες βασίστηκε τόσο στα συλλεγμένα δεδομένα της φάσης Β όσο και στις απαντήσεις των χρηστών στην ημιδομημένη συνέντευξη.

4.8.1 Μέθοδος

Από τα συλλεγμένα δεδομένα και συγκεκριμένα από το καταγραμμένο γεγονός της σίγασης της διόρθωσης, που περιγράφεται στην ενότητα 3.13.4, γίνεται ο προσδιορισμός των λανθασμένων διορθώσεων και συνεπώς του ποσοστού λάθους της εφαρμογής.

Με την έννοια *σίγαση της διόρθωσης* (ενότητα 3.13.4) εννοείται η περίπτωση στην οποία η εφαρμογή διορθώνει μια λέξη λανθασμένα και ο χρήστης διαγράφει τη διορθωμένη λέξη και πληκτρολογεί ξανά την αρχική, χωρίς να πραγματοποιείται ξανά διόρθωση. Για την πληρότητα των αποτελεσμάτων γίνεται η υπόθεση ότι όταν ο χρήστης δεν σβήσει την διορθωμένη λέξη ή την σβήσει και γράψει κάποια άλλη, η εφαρμογή δεν έχει κάνει λάθος.

Για να είναι ολοκληρωμένη η αξιολόγηση πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι προσθήκες και επιβολές των λέξεων από τους χρήστες. Όπως αναφέρεται και στην

ενότητα 3.7.1 ο χρήστης μπορεί μετά την λανθασμένη διόρθωση μιας λέξης να πατήσει το κουμπί επιβολής για να γράψει την επιθυμητή λέξη στην οθόνη, καθώς επίσης και σε περίπτωση που δεν γίνει διόρθωση μιας λέξης (ενώ ήθελε ο χρήστης), να την προσθέσει στο λεξικό, πατώντας τα αντίστοιχα κουμπιά στην γραφική διεπαφή, για μελλοντική διόρθωση.

Για την ποσοτικοποίηση και απεικόνιση της ευστοχίας διόρθωσης της εφαρμογής μετρήθηκε η *Ευαισθησία-Ανάκληση (Sensitivity-Recall)*, η *Ακρίβεια (Precision)*, η *Ορθότητα (Accuracy)* και η *Βαθμολογία F1 (F1-Score*) (Fawcett, 2006; Powers, 2011; Ricardo A. Baeza-Yates, 1999). Για τον ορισμό των παραπάνω όρων και την καλύτερη κατανόηση αυτών πρέπει να γίνει αναφορά πρώτα στις έννοιες *Αληθώς θετικό (True positive)*, *Αληθώς αρνητικό (True Negative)* , *Ψευδώς θετικό (False Positive)* και *Ψευδώς αρνητικό (False Negative).*

Για την περίπτωση της εφαρμογής στην συγκεκριμένη εργασία, και αν σαν θετικό γεγονός θεωρηθεί ότι ο χρήστης έκανε σφάλμα διάταξης, οι παραπάνω έννοιες αντιστοιχούν με τα παρακάτω γεγονότα:

- **Αληθώς θετικό (ΑΘ):** αν ο χρήστης έκανε ένα σφάλμα διάταξης και η εφαρμογή το ανίχνευσε και πραγματοποίησε ορθά διόρθωση. Ουσιαστικά είναι τα συνολικά σφάλματα διάταξης που διόρθωσε η εφαρμογή και τα δέχτηκε ο χρήστης.

- **Αληθώς αρνητικό (ΑΑ):** αν ο χρήστης δεν έκανε ένα σφάλμα διάταξης και η εφαρμογή δεν το ανίχνευσε και δεν πραγματοποίησε ορθά διόρθωση. Ουσιαστικά είναι οι συνολικές λέξεις που πληκτρολόγησε ο χρήστης και δεν οδήγησαν σε σφάλμα διάταξης.

- **Ψευδώς θετικό (ΨΘ):** αν ο χρήστης δεν έκανε ένα σφάλμα διάταξης, αλλά η εφαρμογή ανίχνευσε σφάλμα και πραγματοποίησε λανθασμένα διόρθωση. Ισοδυναμεί με τις περιπτώσεις που ο χρήστης επέβαλε την γραφή μιας λέξης και σε εκείνες που οδήγησαν σε σίγαση της διόρθωσης.

- **Ψευδώς αρνητικό (ΨΑ):** αν ο χρήστης έκανε ένα σφάλμα διάταξης και η εφαρμογή δεν το ανίχνευσε και δεν πραγματοποίησε λανθασμένα διόρθωση. Ισοδυναμεί με τις περιπτώσεις στις οποίες ο χρήστης πρόσθεσε μια λέξη στο λεξικό, καθώς δεν του την διόρθωσε η εφαρμογή.

Όπως γίνεται εύκολα κατανοητό οι περιπτώσεις των *Ψευδώς θετικών* και *Ψευδώς αρνητικών* δηλώνουν κατάσταση αντίθετη από αυτήν που ισχύει πραγματικά και

δεν πρέπει να εμφανίζονται.

Πραγματικότητα	Πρόβλεψη Εφαρμογής		
	Θετικό	Αρνητικό	Σύνολο Γραμμής
Θετικό	**ΑΘ**	**ΨΑ**	**ΑΘ + ΨΑ (Σύνολο περιπτώσεων που έγινε σφάλμα διάταξης)**
Αρνητικό	**ΨΘ**	**ΑΑ**	**ΨΘ + ΑΑ (Σύνολο περιπτώσεων που δεν έγινε σφάλμα διάταξης)**
Σύνολο Στήλης	**ΑΘ + ΨΘ (Σύνολο περιπτώσεων που έγινε διόρθωση)**	**ΨΑ + ΑΑ (Σύνολο περιπτώσεων που δεν έγινε διόρθωση)**	Σ = ΑΘ + ΑΑ + ΨΘ + ΨΑ

Πίνακας 4.22: Έννοιες για την περιγραφή των όρων της Ευαισθησίας, Ακρίβειας, Ορθότητας.

Σύμφωνα με τα παραπάνω συνεπώς μπορούν να οριστούν οι αρχικές έννοιες ως εξής:

$$\text{Ανάκληση} = \frac{\text{ΑΘ}}{\text{ΑΘ + ΨΑ}} = \frac{\text{σφάλματα που ανιχνεύθηκαν ορθά}}{\text{συνολικά σφάλματα}} \tag{4.2}$$

$$\text{Ακρίβεια} = \frac{\text{ΑΘ}}{\text{ΑΘ + ΨΘ}} = \frac{\text{σφάλματα που ανιχνεύθηκαν ορθά}}{\text{συνολικά σφάλματα που διορθώθηκαν}} \tag{4.3}$$

$$\text{Ορθότητα} = \frac{\text{ΑΘ + ΑΑ}}{\text{ΑΘ + ΑΑ + ΨΘ + ΨΑ}} = \frac{\text{σωστές προβλέψεις εφαρμογής}}{\text{σύνολο καταστάσεων}} \tag{4.4}$$

$$\text{Βαθμολογία F1} = \frac{2 \cdot \text{Ανάκληση} \cdot \text{Ακρίβεια}}{\text{Ανάκληση} + \text{Ακρίβεια}} \tag{4.5}$$

Η εφαρμογή μπορεί να μετρήσει άμεσα μόνο τα *Αληθώς θετικά* γεγονότα, στην περίπτωση ορθής διόρθωσης ενός σφάλματος διάταξης που δεν διορθώθηκε από τον χρήστη, τα *Αληθώς αρνητικά*, στην περίπτωση πληκτρολόγησης λέξης που δεν οδηγεί σε ανίχνευση σφάλματος και τα *Ψευδώς θετικά* γεγονότα, στην περίπτωση που θεωρήσει η εφαρμογή ότι ο χρήστης υπέπεσε σε σφάλμα διάταξης και διορθώσε λανθασμένα, ενώ εκείνος δεν ήθελε (εδώ υπάγονται και οι λέξεις που επέβαλε ο χρήστης για την διόρθωση λανθασμένων προβλέψεων της εφαρμογής). Η ανίχνευση των *Ψευδώς αρνητικών* , δηλ. όπου εσφαλμένα η εφαρμογή δεν πραγματοποίησε διόρθωση, μπορεί να γίνει έμμεσα, μετρώντας τις περιπτώσεις όπου ο χρήστης προσθέσε μια λέξη στο λεξικό.

4.8.2 Αποτελέσματα

Σύμφωνα με τον τρόπο αξιολόγησης που αναφέρθηκε στην ενότητα 4.8.1 και αναλύοντας τα δεδομένα της φάσης Β, στην οποία υπήρχε και η αλληλεπίδραση από τον χρήστη, προέκυψαν τα ποσοστά επιτυχίας της εφαρμογής για τον κάθε συμμετέχοντα αλλά και συγκεντρωτικά για την αποτίμηση της συνολικής επιτυχίας της εφαρμογής.

Αρχικά στον πίνακα 4.23 φαίνονται συγκεντρωμένα τα στοιχεία που χρειάζονται για να εξαχθεί σε πρώτη φάση το ποσοστό λανθασμένων επεμβάσεων της εφαρμογής. Φαίνονται οι συνολικές λέξεις που εισήγαγε ο χρήστης τα συνολικά σφάλματα διάταξης που ανιχνεύθηκαν και διορθώθηκαν από την εφαρμογή και οι συνολικές φορές που έγινε λανθασμένη διόρθωση, δηλαδή που ο χρήστης έσβησε την διορθωμένη λέξη και έγραψε ξανά την λέξη που είχε αρχικά πληκτρολογήσει. Το πλήθος των λανθασμένων διορθώσεων ισοδυναμεί με το πλήθος των καταγραφών σίγασης διόρθωσης (ενότητα 3.13.4).

Παρατηρείται από την τελευταία στήλη ότι τα ποσοστά λανθασμένης διόρθωσης είναι μικρά, σε ποσοστό 2% των συνολικών διορθώσεων, γεγονός που δηλώνει την επιτυχία της εφαρμογής από την σκοπιά της ορθής διόρθωσης των σφαλμάτων διάταξης. Σε ορισμένους χρήστες παρόλο αυτά η εφαρμογή είχε υψηλό ποσοστό λανθασμένων προβλέψεων και συνεπώς εσφαλμένων διορθώσεων.

Οι χρήστες αυτοί (10, 11) είπαν ότι πολλές φορές όταν άλλαζαν παράθυρο και ήθελαν να γράψουν σε ορισμένη διάταξη, η εφαρμογή διόρθωνε εσφαλμένα λέξεις που υπήρχαν αντιστοιχισμένες και στις δύο διατάξεις.

Για να γίνει ολοκληρωμένη αξιολόγηση της εφαρμογής σύμφωνα με την μεθόδο που αναπτύχθηκε στην ενότητα 4.8.1, έγινε ανάλυση των συλλεγμένων δεδομένων, βασιζόμενη στις έννοιες της Ευαισθησίας-Ανάκλησης, Ακρίβειας, Ορθότητας και Βαθμολογίας F1. Σαν ορθό γεγονός ορίζεται η ορθή αναγνώριση και διόρθωση ενός σφάλματος διάταξης. Στον πίνακα 4.24 φαίνονται οι τιμές των παραπάνω όρων για κάθε χρήστη, αλλά και συνολικά για όλους μαζί.

Συμμετέχων	Ευαισθησία	Ακρίβεια	Ορθότητα	Βαθμολογία F1
1	98,06%	98,33%	98,76%	98,19%
2	100,0%	95,54%	99,61%	97,72%
3	91,16%	99,72%	93,94%	95,25%
4	98,26%	98,26%	99,43%	98,26%
5	94,21%	99,37%	98,44%	96,72%
6	100,0%	93,42%	99,64%	96,6%
7	95,0%	97,44%	97,64%	96,2%
8	100,0%	96,61%	99,34%	98,28%
9	99,06%	95,45%	99,29%	97,22%
10	100,0%	80,49%	98,33%	89,19%
11	91,68%	97,74%	99,21%	94,61%
12	100,0%	84,52%	99,0%	91,61%
13	97,03%	99,24%	99,39%	98,12%
14	94,77%	99,14%	95,78%	96,91%
15	99,68%	96,9%	99,68%	98,27%
16	79,37%	92,59%	98,64%	85,47%
17	99,5%	92,52%	99,79%	95,88%
18	100,0%	93,48%	99,7%	96,63%
19	99,2%	99,2%	99,68%	99,2%
20	100,0%	98,26%	99,9%	99,12%
21	91,8%	98,25%	99,38%	94,92%
G1	96,44%	98,79%	97,56%	97,6%
G2	95,65%	98,51%	97,15%	97,06%
G3	100,0%	98,78%	99,73%	99,39%
Μ.Ο.	95,97%	97.99%	99,03%	96,97%

Πίνακας 4.24: Τιμές Ευαισθησίας, Ακρίβειας, Ορθότητας και Βαθμολογίας F1 για κάθε χρήστη ξεχωριστά, αλλά και συνολικά.

Από τον πίνακα 4.24 φαίνεται ότι η εφαρμογή αναγνώρισε το 96% των σφαλ-

μάτων διάταξης που έγιναν. Συνεπώς δεν ανιχνεύθηκε το 4% των σφαλμάτων που έκανε ο χρήστης κατά μέσο όρο. Αυτό το ποσοστό οφείλεται στις λέξεις που πρόσθεσε ο χρήστης στο λεξικό. Όσον αφορά την *Ακρίβεια*, η εφαρμογή σε ποσοστό 2% διόρθωσε σφάλματα που δεν έπρεπε να διορθώσει. Αυτό το ποσοστό προκύπτει από τις λανθασμένες διορθώσεις της εφαρμογής και από το πλήθος των επιβολών λέξεων που έκαναν οι χρήστες. Η εφαρμογή είχε συνολική *Ορθότητα* στις παρεμβάσεις της σε ποσοστό 99%. Η *Ορθότητα* μπορεί πολλές φορές και ειδικά σε περιπτώσεις που ο αριθμός των *Ψευδώς θετικών* γεγονότων και των *Ψευδών αρνητικών* έχει μεγάλη απόκλιση να δίνει παραπλανητικά αποτελέσματα. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιείται και η *Βαθμολογία F1*, που λαμβάνει υπόψη όλα τα γεγονότα που εμφανίζονται. Η τιμή της από τα δεδομένα του πειράματος είναι 97%. Αυτό δείχνει ότι η εφαρμογή συνολικά είχε πολύ καλή απόδοση.

Εμβαθύνοντας στην ανάλυση των παραπάνω αποτελεσμάτων οι χαμηλές τιμές της *Ευαισθησίας* για ορισμένους χρήστες (3,5,11,14,16,21) οφείλεται στην υιοθέτηση της προσθήκης λέξεων στο λεξικό από την γραφική διεπαφή, όταν δεν διόρθωνε εκεί που έπρεπε η εφαρμογή, και συνεπώς στην αύξηση των *Ψευδών αρνητικών* γεγονότων. Οι χαμηλές τιμές της *Ακρίβειας* στους χρήστες 6,10,12,16,17 και 18 οφείλεται στον αυξημένο αριθμό λανθασμένων διορθώσεων της εφαρμογής, καθώς και στην διόρθωση αυτών με την επιβολή λέξης και συνεπώς στην αύξηση των *Ψευδών θετικών* γεγονότων.

4.9 Συζήτηση

Συνοψίζοντας, φάνηκε ότι η εφαρμογή που αναπτύχθηκε βοήθησε τους χρήστες τόσο στην αντιμετώπιση των σφαλμάτων διάταξης σε περίπτωση που ξέχναγαν να αλλάξουν διάταξη, όσο και στην αύξηση της παραγωγικότητάς του κατά την διαδικασία πληκτρολόγησης.

Κατά μέσο όρο οι χρήστες μείωσαν τις συνολικές αλλαγές διάταξης που έκαναν, και αξιοποίησαν την αυτόματη διόρθωση προς όφελος τους. Ανέφεραν ότι δεν χρειαζόταν να αλλάζουν διαρκώς διάταξη για να γράψουν κάποιες λέξεις στην αντίθετη διάταξη μιας και η εφαρμογή το έκανε γι αυτούς. Υπήρχαν βέβαια και ορισμένοι χρήστες που δεν υιοθέτησαν αυτήν την συμπεριφορά.

Με την χρήση της εφαρμογής άλλαξε η συμπεριφορά πληκτρολόγησης των χρηστών. Η πλειοψηφία προσάρμοσε τον τρόπο πληκτρολόγησης στον τρόπο διόρθωσης της εφαρμογής.

Η εφαρμογή δίνει την δυνατότητα στους χρήστες να επεξεργαστούν το λεξικό της και να προσθέσουν ή να διαγράψουν λέξεις. Αν και ήταν λίγοι εκείνοι που αξιοποίησαν αυτές τις λειτουργίες, στις περιπτώσεις που τις χρησιμοποίησαν φάνηκε να τους παρέχεται μια επιπλέον υποστήριξη.

Για να χρησιμοποιούνταν αυτές οι επιπλέον λειτουργίες από περισσότερους χρήστες, θα μπορούσε να αλλάξει το λεξικό ή ο τρόπος που αλληλεπιδρά ο χρήστης με αυτό.

Ορισμένοι χρήστες βέβαια είπαν ότι η εφαρμογή δεν τους υποστήριξε, όπως θα περίμεναν. Αυτό οφείλεται τόσο σε ορισμένες λανθασμένες διορθώσεις που έκανε όσο και στον τρόπο διόρθωσης που χρησιμοποιεί. Για τον λόγο αυτό θα μπορούσε να είχε προστεθεί μια επιπλέον λειτουργία, που θα ειδοποιούσε τους χρήστες απλώς, όταν εμφανιζόταν ένα σφάλμα διάταξης, χωρίς να γίνεται αυτόματη διόρθωση (S. Lee κ.ά., 2019).

Τέλος, μιας και η εφαρμογή αυτή ουσιαστικά χρησιμοποιήθηκε για την διεξαγωγή της πειραματικής διαδικασίας, έχει ενδιαφέρον να μελετηθεί περαιτέρω η ευχρηστία της και ο ακριβής τρόπος με τον οποίο αντιδρούν οι χρήστες στις διάφορες ενέργειες που κάνει.

Συμμετέχων	Συνολικές λέξεις	Σφάλματα διάταξης τύπου I (% στο σύνολο των σφαλμάτων λεξικού)	Σύνολο λανθασμένων προβλέψεων της εφαρμογής (% στο σύνολο των σφαλμάτων λεξικού)
1	2080	719 (92,06%)	12 (1,67%)
2	3574	314 (94,58%)	14 (4,46%)
3	565	362 (96,53%)	1 (0,28%)
4	3825	632 (95,76%)	11 (1,74%)
5	2711	638 (94,66%)	4 (0,63%)
6	1392	76 (84,44%)	5 (6,58%)
7	125	39 (97,5%)	1 (2,56%)
8	305	59 (89,39%)	2 (3,39%)
9	1677	220 (89,43%)	10 (4,55%)
10	491	41 (64,06%)	8 (19,51%)
11	9290	665 (95,96%)	15 (2,26%)
12	1322	84 (65,62%)	13 (15,48%)
13	1622	263 (93,93%)	2 (0,76%)
14	3881	2686 (99,22%)	23 (0,86%)
15	7024	646 (86,13%)	20 (3,1%)
16	1240	54 (83,08%)	4 (7,41%)
17	8425	214 (31,94%)	16 (7,48%)
18	1014	46 (56,1%)	3 (6,52%)
19	1238	250 (91,24%)	2 (0,8%)
20	2061	115 (97,46%)	2 (1,74%)
21	960	57 (86,36%)	1 (1,75%)
G1	482	247 (99,6%)	3 (1,21%)
G2	849	402 (90,74%)	6 (1,49%)
G3	581	82 (27,7%)	1 (1,22%)
Μ.Ο.	2364,0	371,0 (87,81%)	7,0 (2,01%)

Πίνακας 4.23: Απαραίτητα στοιχεία για την αξιολόγηση του συστήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

5.1 Εισαγωγή

Σε αυτήν την εργασία μελετήθηκε το πρόβλημα των σφαλμάτων διάταξης, που ταλανίζει χρήστες, που χρησιμοποιούν δύο διατάξεις πληκτρολογίου. Αρχικά μελετήθηκε πόσο σοβαρό είναι αυτό το θέμα και πόσο επηρεάζει τους Έλληνες χρήστες και στην συνέχεια προτάθηκε λύση για την αντιμετώπισή του και εξετάστηκε κατά πόσο πραγματικά τους βοήθησε. Σε αυτό το τελευταίο κεφάλαιο περιγράφονται οι περιορισμοί που έχει η εφαρμογή, οι μελλοντικές επεκτάσεις που μπορούν να υλοποιηθούν και τέλος γίνεται μια ανασκόπηση των συμπερασμάτων που εξήχθησαν.

5.2 Περιορισμοί της εφαρμογής

Κατά την διαδικασία της ανάπτυξης αλλά και υλοποίησης της εφαρμογής έγινε προσπάθεια να καλυφθούν όλες οι περιπτώσεις με τις οποίες θα μπορούσε να έρθει αντιμέτωπος ο χρήστης. Παρόλο αυτά λόγω της πολυπλοκότητας του σεναρίου και της διαφορετικής συμπεριφοράς πληκτρολόγησης κάθε χρήστη προέκυψαν ορισμένοι περιορισμοί για την εφαρμογή. Τα παρακάτω σημεία είναι αυτά στα οποία η εφαρμογή δεν μπορεί να λειτουργήσει ορθά ή να αντιμετωπίσει την κατάσταση όπως θα έπρεπε.

Εξάρτηση από τους τερματικούς χαρακτήρες

Μιας και η εφαρμογή βασίζεται στο πάτημα ενός τερματικού χαρακτήρα, για την αναγνώριση της λέξης εισόδου, ένα λανθασμένο ή καταλάθως πάτημα ενός από αυτά θα πυροδοτήσει τον μηχανισμό διόρθωσης, ενώ μπορεί ο χρήστης να μην επιθυμεί να γίνει κάτι τέτοιο. Αυτό το πρόβλημα το ανέφεραν και ορισμένοι χρήστες στην ημιδομημένη συνέντευξη.

Αναγνώρισης λέξης όταν αλλάξει θέση ο δείκτης

Σε περίπτωση που ο χρήστης πληκτρολογήσει μια λέξη, η οποία ανιχνεύεται σαν σφάλμα διάταξης από την εφαρμογή και δεν πατήσει κάποιον τερματικό χαρακτήρα, αλλά αλλάξει την θέση του δείκτη εισαγωγής κειμένου σε κάποιο άλλο σημείο της οθόνης, μπορεί η εφαρμογή να γράψει την σωστή λέξη στο νέο σημείο, στο οποίο βρίσκεται ο κέρσορας.

Εξάρτηση από την βιβλιοθήκη αναγνώρισης των πλήκτρων

Μιας και η εφαρμογή αυτή βασίστηκε στην βιβλιοθήκη `keyboard` της Python, όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 3, φέρει όποια προβλήματα και περιορισμούς μπορεί να εμφανίζει η τελευταία. Βασικό πρόβλημα αυτής είναι ότι ορισμένες φορές, όταν πατηθέι το πλήκτρο `Shift` μαζί με κάποιο συγκεκριμένο χαρακτήρα, παραμένει εικονικά πατημένο χωρίς να το κάνει ο χρήστης. Μια πρόχειρη λύση σε αυτό ήταν να πατήσει ξανά το πλήκτρο `Shift` μια φορά ο χρήστης.

Σύγκρουση με την αυτόματη διόρθωση

Παρατηρήθηκε ότι σε εφαρμογές στις οποίες εντοπίζεται κάποιο είδος αυτόματης διόρθωσης (π.χ. Skype, Gmail, Windows Mail App), μπορεί η εφαρμογή να εμφανίσει παράξενη συμπεριφορά, δηλαδή να διορθώσει μαζί με την εφαρμογή με μη επιθυμητό αποτέλεσμα.

5.3 Μελλοντικές κατευθύνσεις

Κατά την διάρκεια ανάπτυξης της εφαρμογής, αλλά και κατά την αξιολόγηση της εντοπίστηκαν ορισμένες επεκτάσεις που θα μπορούσαν να υλοποιηθούν, έτσι ώστε να κάνουν την εφαρμογή πιο χρηστική και αποδοτική. Αυτές αφορούν τόσο την επέκταση των λειτουργιών της εφαρμογής, όσο και την προσθήκη νέων τεχνικών και δυνατοτήτων.

5.3.1 Προσθήκη επιπλέον λειτουργικότητας

Αποτύπωση ενεργής διάταξης πληκτρολογίου στον κέρσορα κειμένου

Η πρόταση αυτή έχει προταθεί και από τους (S. Lee κ.ά., 2019). Ουσιαστικά αναφέρεται στην αποτύπωση στον δείκτη πληκτρολόγησης της διάταξης του πληκτρολογίου με κάποιο χρώμα ή με κάποιο εικονίδιο. Έτσι ο χρήστης θα ξέρει ανά πάσα στιγμή ανάλογα με την μορφή του κέρσορα ποιά είναι η ενεργή διάταξη. Η πρόταση αυτή αντιμετωπίζει δυσκολία στην υλοποίηση, γιατί πολλές φορές ο δείκτης ελέγχεται από την εφαρμογή στην οποία βρίσκεται ο χρήστης και όχι από το λειτουργικό σύστημα. Άλλος τρόπος ειδοποίησης του χρήστη για την ενεργή διάταξη θα μπορούσε να ήταν η κάποιος ήχος, όπως πρότεινε και ο (Brewster κ.ά., 1994).

Διατήρηση λίστας λέξεων για κάθε εφαρμογή

Με την επιπλέον αυτήν προσθήκη θα διατηρείται ένα λεξικό, στην μορφή *«μοναδικός κωδικός παραθύρου» : «τελευταία εισαχθείσα συμβολοσειρά»*, για όλα τα παράθυρα που βρίσκονται ανοιχτά. Έτσι σε περίπτωση που ο χρήστης δεν πληκτρολογήσει ολόκληρη την λέξη, αλλά αλλάξει σε κάποιο άλλο παράθυρο και πληκτρολογήσει εκεί κάποιο κείμενο, και επιστρέψει στο αρχικό, θα μπορεί να αναγνωριστεί η περίπτωση εμφάνισης σφάλματος διάταξης.

Έχει αναπτυχθεί έως ένα σημείο, αλλά χρειάζεται περισσότερη μελέτη για την επιτυχή ολοκλήρωση της. Με την έως τώρα υλοποίηση διατηρείται μια λίστα με τα τελευταία πέντε ενεργά παράθυρα και τις αντίστοιχες συμβολοσειρές. Στόχος είναι να βρεθεί μια μέθοδο που να παρακολουθεί μονίμως τα ενεργά παράθυρα, να αφαιρεί από την λίστα αυτά που κλείνει ο χρήστης, καθώς επίσης και να προσθέτει τα καινούργια, χωρίς να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην συνολική απόδοση της εφαρμογής.

Επαναφορά λέξης με το πάτημα του πλήκτρου Backspace

Μια επέκταση η οποία θα μπορούσε να βοηθήσει τον χρήστη σε περίπτωση λανθασμένης διόρθωσης της εφαρμογής, θα ήταν να επαναφέρεται η προηγούμενη λέξη με το πάτημα του πλήκτρου Backspace του πληκτρολογίου.

Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται στο πληκτρολόγιο των συσκευών Android, και θα μπορούσε να συμπεριληφθεί σαν επέκταση της εφαρμογής. Έτσι αν για παράδειγμα ο χρήστης γράψει μια αγγλική λέξη με ελληνικούς χαρακτήρες εσκεμμένα

και η εφαρμογή του το διορθώσει χωρίς εκείνος να θέλει, θα μπορεί να επιστρέψει στην αρχική λέξη που πληκτρολόγησε με το πάτημα του `Backspace`.

Δυνατότητα εξαίρεσης προγραμμάτων από την εφαρμογή

Με αυτήν την προσθήκη θα δίνεται στο χρήστη η δυνατότητα να επιλέγει ποια προγράμματα-εφαρμογές θέλει να εξαιρέσει από την αυτόματη ανίχνευση πληκτρολογημένων λέξεων και συνεπώς από την αυτόματη διόρθωση. Με το παραπάνω θα μπορέσει να απλοποιηθεί η χρήση της εφαρμογής, καθώς δεν θα χρειάζεται να την απενεργοποιεί-ενεργοποιεί κάθε φορά που χρησιμοποιεί μία από τις παραπάνω εφαρμογές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα του παραπάνω αποτελούν οι χρήστες που παίζουν βιντεοπαιχνίδια. Αυτό συμβαίνει, καθώς σε ένα από αυτά ο χρήστης δεν θέλει να πατιούνται πλήκτρα χωρίς να το θέλει εκείνος.

Χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης για κατασκευή μοντέλου πρόβλεψης γλώσσας για κάθε χρήστη

Ένα θέμα που απασχόλησε αρκετά κατά την διάρκεια σχεδίασης του αλγορίθμου διόρθωσης, είναι η προσωποποίησή του στον τρόπο πληκτρολόγησης του κάθε χρήστη. Για να προσεγγιστεί το παραπάνω αναπτύχθηκε η γραφική διεπαφή που έδινε την δυνατότητα σε αυτόν να επεξεργαστεί το λεξικό και συνεπώς την συμπεριφορά διόρθωσης της εφαρμογής. Μια σκέψη που έγινε είναι η εφαρμογή αλγορίθμων μηχανικής μάθησης για την δημιουργία ενός γλωσσικού μοντέλου που θα προβλέπει την γλώσσα της επόμενης λέξης του χρήστη, θα σημειώνει τις λέξεις και τις περιπτώσεις στις οποίες ο χρήστης υποπέφτει σε κάποιο σφάλμα διάταξης καθώς και τις λέξεις στις οποίες διορθώνει λανθασμένα.

Για το παραπάνω θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν οι αλυσίδες Markov (Potipiti κ.ά., 2001) για την δημιουργία ενός προσωποποιημένου μοντέλου για κάθε χρήστη είτε κάποια δομή νευρωνικού δικτύου. Το θέμα είναι ότι θα πρέπει να γίνει προσεκτική μελέτη και επιλογή του αλγορίθμου που θα χρησιμοποιηθεί, καθώς πρόκειται για `real-time` εφαρμογή και δεν επιδέχεται καθυστερήσεις στην λήψη των απαραίτητων αποφάσεων.

5.3.2 Επέκταση σε επίπεδο εφαρμογής

Βελτιστοποίηση του αλγορίθμου πρόβλεψης διάταξης

Ο αλγόριθμος πρόβλεψης της διάταξης (ενότητα 3.13.2) μιας πληκτρολογημένης λέξης που υπάρχει και στις δύο διατάξεις με μεταγραφή των χαρακτήρων, στην

συγκεκριμένη εφαρμογή ελέγχει την διάταξη των τριων τελευταίων λέξεων που έχει εισάγει ο χρήστης και προβλέπει την διάταξη της επόμενης. Από την ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν μπορεί να γίνει καθορισμός του βέλτιστου αριθμού προηγούμενων λέξεων που πρέπει να ελέγχει ο αλγόριθμος προκειμένου να αποφανθεί για την επιθυμητή διάταξη πληκτρολογίου, καθώς επίσης και των τιμών των συντελεστών του μοντέλου πρόβλεψης.

Προσθήκη επιπρόσθετων λεξικών

Θα μπορούσαν να δημιουργηθούν πακέτα λεξικών για χρήστες που γράφουν με ειδικό τρόπο, όπως λεξικό επιστημονικών όρων ή λεξικό που να περιέχει λέξεις αργκό[1], δηλαδή λέξεις που χρησιμοποιούνται περισσότερο στην καθημερινότητα. Η επέκταση αυτή προέκυψε από τις απαντήσεις των συμμετεχόντων του πειράματος στην ημιδομημένη συνέντευξη.

Παραμετροποίηση για Greeklish

Μιας και αρκετοί Έλληνες χρήστες χρησιμοποιούν τα Greeklish, θα μπορούσε να επεκταθεί η εφαρμογή ώστε να αντοποκρίνεται και σε αυτόν τον τρόπο γραφής. Για να γίνει αυτό θα πρέπει πρώτα να γίνει έρευνα και καθορισμός του ακριβούς τρόπου πληκτρολόγησης και όλων των διάφορων ιδιομορφιών που εμφανίζει, και στην συνέχεια να τροποποιηθεί ο κώδικας της εφαρμογής ώστε να τις περιλαμβάνει.

Παραμετροποίηση της εφαρμογής και για άλλες γλώσσες

Η εφαρμογή θα μπορούσε να παραμετροποιηθεί περαιτέρω σε επίπεδο κώδικα, έτσι ώστε να είναι δυνατή η επέκτασή της και χρήση της και για άλλες γλώσσες εισόδου, πέρα των Ελληνικών και των Αγγλικών. Στόχος είναι η δημιουργία της δυνατότητας παραμετροποίησης σε κάθε γλώσσα με την απλή προσθήκη ενός εξωτερικού αρχείου κειμένου (txt) που θα περιέχει τις απαραίτητες, και επιθυμητές για κάθε χρήστη αντιστοιχήσεις μεταξύ των χαρακτήρων των δύο διατάξεων.

Ανάπτυξη και για άλλα λειτουργικά συστήματα

Μια επέκταση που προβλέπεται να υλοποιηθεί είναι η παραμετροποίηση του κώδικα, ώστε να μπορεί να τρέχει και σε άλλα λειτουργικά συστήματα (Linux και Mac OS). Μετά από μελέτη που έγινε, παρατηρήθηκε ότι η παραπάνω διαδικασία για το λειτουργικό Mac OS, δεν είναι δύσκολη. Στα Linux λόγω των διαφορετικών

[1] https://www.slang.gr/

διανομών καθίσταται πιο δύσκολη, καθώς κάθε μια από αυτές χειρίζεται με διαφορετικό τρόπο τις επεμβάσεις στο πληκτρολόγιο. Παρόλο αυτά θα μπορούσε να γίνει ανάπτυξη για διανομές που χρησιμοποιούνται ευρέως (π.χ. Ubuntu).

Ανάπτυξη της εφαρμογής και για κινητές συσκευές

Μια περαιτέρω εξέλιξη της εφαρμογής θα ήταν ο σχεδιασμός και η ανάπτυξή της για κινητές συσκευές. Αυτό βέβαια αποτελεί μια εντελώς διαφορετική εφαρμογή, αλλά βασίζεται αλγοριθμικά και σχεδιαστικά στον τρόπο ανάπτυξης της εφαρμογής.

5.4 Συμπεράσματα και επίλογος

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η συμπεριφορά των Ελλήνων χρηστών ως προς τα σφαλμάτα διάταξης και παρουσιάστηκε μια εφαρμογή αυτόματης διόρθωσης αυτών. Συμπερασματικά θα μπορούσε να ειπωθεί ότι η συγκεκριμένη εφαρμογή αποτελεί μια καινοτόμα πρόταση για τα ελληνικά δεδομένα σε ότι αφορά την διόρθωση λαθών εισαγωγής λέξης με την μη επιθυμητή διάταξη πληκτρολογίου. Από πλευρά χρηστών δεν απαιτεί καμία προγραμματιστική γνώση και καλύπτει κάποιες από τις βασικές απαιτήσεις κατά την διαδικασία πληκτρολόγησης. Συγκριτικά με αντίστοιχες εφαρμογές καλύπτει μεγάλο μέρος των λειτουργιών τους και τις επεκτείνει με την επιπλέον δυνατότητα της επεξεργασίας του λεξικού, έτσι ώστε να μπορεί ο κάθε χρήστης να την προσαρμόσει στον τρόπο πληκτρολόγησής του. Από την ανάλυση των δεδομένων της πειραματικής διαδικασίας και των αποτελεσμάτων του ερωτηματολογίου χρήστη έγινε φανερή η επιτυχία και η χρησιμότητα της εφαρμογής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Androutsopoulos, J. (1999). Latin-Greek orthography in electronic mails: use and stances, Στο *20th Annual Meeting of the Linguistics Department*, Aristotle University of Thessaloniki, April 1999.

Androutsopoulos, J. (2000). From dieuthinsi to diey8ynsh, Στο *Orthographic variation in Latin-alphabeted Greek*, September 1999, University of Nicosia, 4th International Conference on Greek Linguistics.

Brewster, S. A., Wright, P. C. & Edwards, A. D. (1994). The design and evaluation of an auditory-enhanced scrollbar, Στο *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems Celebrating Interdependence - CHI 94*.

Charras, C. & Lecroq, T. (2004). *Handbook of exact string matching algorithms*. London, Kings College.

Chawannakul, C. & Prasitjutrakul, S. (2011). Keyboard layout mismatch error detection and correction system utility (T. Computer & I. T. (ecti), Επιμελητές). Στο T. Computer & I. T. (ecti) (Επιμελητές), *The 8th Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI) Association of Thailand-Conference 2011*, Association of Thailand - Conference 2011.

Conversion of Greek Characters into Roman Characters (ELOT 743). (1997). Hellenic Organisation for Standardization. Athens: Information, Documentation.

Fawcett, T. (2006). An Introduction to ROC analysis. *Pattern Recognition Letters*, *27*(8), 861–874. https://doi.org/10.1016/j.patrec.2005.10.010

Lee, K.-H. (1997). The Application Programming Interface of AIMS, A Predictive Input Mode Switching Technique, Στο *Proceedings of the Korean Information Science Society Conference*, Busan, Korea, 185–188, kiise.

Lee, S., Lee, J. & Lee, G. (2019). Diagnosing and Coping with Mode Errors in Korean-English Dual-language Keyboard, Στο *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI 19*.

Levenshtein, V. I. (1966). Binary codes capable of correcting deletions, insertions, and reversals. *Soviet Physics Doklady*, *10*(8), 707–710.

Mikheev, A. (2000). Document centered approach to text normalization, Στο *Proceedings of the 23rd Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval - SIGIR 00*.

Norman, D. A. (1983). Design rules based on analyses of human error. *Communications of the ACM*, *26*(4), 254–258. https://doi.org/10.1145/2163.358092

Potipiti, T., Sornlertlamvanich, V. & Thanadkran, K. (2001). Towards an Intelligent Multilingual Keyboard System, Στο *Proceedings of the First International Conference on Human Language Technology Research(HLT '01)*, Stroudsburg, PA, USA, 1–4, Association for Computational Linguistics.

Powers, D. M. (2011). Evaluation: from precision, recall and F-measure to ROC, informedness, markedness and correlation. *Journal of Machine Learning Technologies*, *2*(1), 37, 63. http://bioinfopublication.org/viewhtml.php?artid=BIA0001114

Ricardo A. Baeza-Yates, B. R.-N. (1999). *Modern Information Retrieval*. Modern Information Retrieval, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.

Rieger, M. (2011). Motor imagery in typing: Effects of typing style and action familiarity. *Psychonomic Bulletin & Review*, *19*(1), 101–107. https://doi.org/10.3758/s13423-011-0178-6

Robson, C. (2016). *How to Do a Research Project: A Guide for Undergraduate Students*. How to Do a Research Project, John Wiley & Sons Inc.

Sellen, A., Kurtenbach, G. & Buxton, W. (1992). The Prevention of Mode Errors Through Sensory Feedback. *Human-Computer Interaction*, *7*(2), 141–164. https://doi.org/10.1207/s15327051hci0702_1

Switch between languages using the Language bar. (2020). https://support.office.com/en-gb/article/Enable-or-change-a-keyboard-layout-language-1c2242c0-fe15-4bc3-99bc-535de6f4f258

Type in another language on your Mac with input sources. (2020). https://support.apple.com/guide/mac-help/type-language-mac-input-sources-mchlp1406/mac

Αβούρης, Ν., Κατσάνος, Χ., Τσέλιος, Ν. & Μουστάκας, Κ. (2015). Πειραματικός σχεδιασμός και στατιστική ανάλυση για μέτρηση εμπειρίας χρήσης διαδραστικών συστημάτων, Στο *Εισαγωγή στην αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή*. Κάλλιπος. http://hdl.handle.net/11419/4222

Ίσαρη, Φ. & Πουρκός, Μ. (2015). *Ποιοτική μεθοδολογία έρευνας*. Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, Κάλλιπος. http://hdl.handle.net/11419/5826

Καππάτου, Α. (2012). *Νέες επικοινωνιακές δομές και συμβάσεις: γλωσσολογική και κοινωνιολογική ανάλυση των διαδικτυακών συζητήσεων των νέων* (Διδακτορική διατριβή) [http://hdl.handle.net/10442/hedi/27859]. Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας. Σχολή Παιδαγωγική Φλώρινας. Τμήμα Παιδαγωγικό Νηπιαγωγών. http://hdl.handle.net/10442/hedi/27859.

Παραρτήματα

Α΄ Γλωσσάρι

Το παράρτημα αυτό περιλαμβάνει το γλωσσάρι της διπλωματικής εργασίας για συγκεκριμένους ειδικούς όρους που χρησιμοποιήθηκαν.

Ελληνική Ορολογία

- **διάταξη πληκτρολογίου**: η γλώσσα των χαρακτήρων του πληκτρολογίου.
- **ενεργή διάταξη πληκτρολογίου**: η τρέχουσα διάταξη του πληκτρολογίου
- **εναλλακτική διάταξη πληκτρολογίου**: η διάταξη του πληκτρολογίου, που προκύπτει με αλλαγή της τρέχουσας
- **τερματικός χαρακτήρας**: τα σημεία στίξης συμπεριλαμβανομένων και ειδικών χαρακτήρων, όπως `Space`, `Enter` κ.λπ.
- **τοπική γλώσσα εισόδου**: η γλώσσα εισόδου που αντιστοιχεί στην ομιλούμενη γλώσσα από τον χρήστη.

Ξένη Ορολογία

- **alternative mode**: η εναλλακτική διάταξη πληκτρολογίου.
- **current mode**: η τρέχουσα διάταξη πληκτρολογίου.
- **dual language text entry**: δύο διαφορετικές διατάξεις πλητρκολογίου. Είναι δυνατή η είσοδος κειμένου από πληκτρολογίου με δύο γλώσσες.
- **delimiter**: τερματικός χαρακτήρας
- **greeklish**: γραφή ελληνικού κειμένου με λατινικούς χαρακτήρες.
- **input mode**: ορίζεται η γλώσσα εισόδου του πληκτρολογίου που σχεδόν πάντα ταυτίζεται με αυτήν του συστήματος.
- **keyboard layout**: διάταξη πληκτρολογίου.
- **mode error**: σφάλμα διάταξης και ορίζεται η πληκτρολόγηση μιας λέξης με την λανθασμένη διάταξη.
- **QWERTY layout**: είναι το συνηθισμένο μοντέρνο σχήμα πληκτρολογίου για την αγγλική γλώσσα σε υπολογιστές. Το όνομά του προέρχεται από τα

πρώτα έξι γράμματα που βρίσκονται στην άκρα αριστερή μεριά της άνω γραμμής πλήκτρων του πληκτρολογίου.

Β΄ Αποσπάσματα αρχείων καταγραφής

Το παράρτημα αυτό περιλαμβάνει απόσπασμα από τα αρχεία καταγραφής των φάσεων Α και Β, έτσι ώστε να γίνεται κατανοητή η μορφή και η δομή αυτών από τον αναγνώστη.

Φάση Α

Στην φάση αυτή καταγράφονται όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 4.4 η διάταξη της λέξης που πληκτρολογήθηκε, η αλλαγή της διάταξης πληκτρολογίου, η αλλαγή παραθύρου, η εμφάνιση ενός σφάλματος διάταξης και από ποιά διάταξη σε ποιά, η εμφάνιση ενός σφάλματος διάταξης αμέσως μετά από αλλαγή παραθύρου και αλλαγή διάταξης πληκτρολογίου και τέλος αν ο χρήστης έγραψε σε λάθος διάταξη, αλλά το παρατήρησε πριν πατήσει κάποιο σημείο στίξης. Ένα απόσπασμα ενός αρχείου καταγραφής της φάσης Α φαίνεται παρακάτω.

2020-05-26 11:05:25,437 Greek word written
2020-05-26 11:05:27,562 Greek word written
2020-05-26 11:05:29,578 Greek word written
2020-05-26 11:05:31,069 Greek word written
2020-05-26 11:05:32,195 Greek word written
2020-05-26 11:05:34,239 Mode change Greek English - United States
2020-05-26 11:05:34,239 English word written
2020-05-26 11:05:34,883 Mode error en el
2020-05-26 11:05:35,752 Mode error en el
2020-05-26 11:06:10,441 Window change
2020-05-26 11:06:10,450 English word written
2020-05-26 11:06:11,760 English word written
2020-05-26 11:06:26,612 Window change
2020-05-26 11:06:26,613 Mode change English - United States Greek
2020-05-26 11:06:26,615 Mode error after window change
2020-05-26 11:06:26,616 Mode error el en
2020-05-26 11:06:26,616 Mode error after mode change
2020-05-26 11:06:27,361 Greek word written
2020-05-26 11:06:30,351 Greek word written
2020-05-26 11:06:32,226 Mode change Greek English - United States
2020-05-26 11:06:32,229 English word written
2020-05-26 11:07:33,577 Mode change English - United States Greek

2020-05-26 11:07:33,579 Greek word written
2020-05-26 11:07:37,598 Greek word written
2020-05-26 11:07:39,574 Greek word written
2020-05-26 11:07:41,003 Mode change Greek English - United States
2020-05-26 11:07:41,003 Mode error happened. User started writing in wrong mode, noticed it and corrected it before delimiter.
2020-05-26 11:07:41,004 English word written
2020-05-26 11:07:41,720 Mode change English - United States Greek
2020-05-26 11:07:41,722 Greek word written
2020-05-26 11:07:43,447 Greek word written

Φάση Β

Σε αυτήν την φάση γίνεται καταγραφή των ίδιων στοιχείων με την φάση Α και επιπρόσθετα η ώρα έναρξης της εφαρμογής, η λανθασμένη διόρθωση της εφαρμογής, η προσθήκη, διαγραφή και επιβολή λέξης και η ενεργοποίηση/απενεργοποίηση της εφαρμογής ή των λειτουργιών της. Ένα απόσπασμα καταγραφής για την φάση Β φαίνεται παρακάτω.

2020-06-12 12:56:43,616 Greek word written
2020-06-12 12:56:49,955 Greek word written
2020-06-12 12:56:54,149 Greek word written
2020-06-12 12:56:55,780 Greek word written
2020-06-12 12:56:56,741 Greek word written
2020-06-12 12:56:58,083 Mode change Greek English - United States
20-06-12 12:56:58,094 Mode error corrected en el 4 4 d[en,el] ['el', 'el', 'el', 'el', 'el', 'el']
2020-06-12 12:56:58,095 Mode error after mode change
2020-06-12 12:57:00,362 Mode error corrected en el 4 4 llll d[en,el] ['el', 'el', 'el', 'el', 'el', 'el']
2020-06-12 12:57:01,429 User deleted transcoded word
2020-06-12 12:57:02,321 Wrong transcode. User retyped same word, transcoding suppressed.
2020-06-12 12:57:07,376 Mode change English - United States Greek
2020-06-12 12:57:07,397 Greek word written
2020-06-12 12:57:10,720 Greek word written
2020-06-12 12:57:11,030 Greek word written
2020-06-12 12:57:14,258 Greek word written

2020-06-12 12:57:14,765 Greek word written
2020-06-12 12:57:17,072 Mode error corrected el en 8 8 lllllll d[en,-] ['en', 'el', 'el', 'el', 'el', 'el']
2020-06-12 12:57:25,599 Greek word written
2020-06-12 12:57:29,729 Greek word written
2020-06-12 12:57:47,339 Mode change Greek English - United States
2020-06-12 12:57:47,339 Mode error happened. User started writing in wrong mode, noticed it and corrected it before delimiter. 3

Γ΄ Παραμετροποιήσιμα Αρχεία Εφαρμογής

Σε αυτό το παράρτημα περιγράφονται τα αρχεία που μπορεί να επεξεργαστεί ο τελικός χρήστης της εφαρμογής, προκειμένου να ορίσει τον τρόπο λειτουργίας της, όπως τον βολεύει.

Αντιστοιχήσεις χαρακτήρων

Στην συνέχεια δίνεται το περιεχόμενο του αρχείου txt, που περιέχει τις αντιστοιχήσεις μεταξύ των ελληνικών και λατινικών χαρακτήρων. Αυτή η αντιστοίχιση βασίστηκε στην λογική ανάπτυξης της εφαρμογής και αντικατοπτρίζει την αντιστοίχιση των γραμμάτων των δύο λέξεων , όπως αυτές φαίνονται στο πληκτρολόγιο.

{ 'α': 'a',
'β': 'b',
'γ': 'g',
'δ': 'd',
'ε': 'e',
'ζ': 'z',
'η': 'h',
'θ': 'u',
'ι': 'i',
'κ': 'k',
'λ': 'l',
'μ': 'm',
'ν': 'n',
'ξ': 'j',
'ο': 'o',
'π': 'p',
'ρ': 'r',
'σ': 's',
'ς': 'w',
'τ': 't',
'υ': 'y',
'φ': 'f',
'χ': 'x',
'ψ': 'c',
'ω': 'v',

’;’: ’q’,
’ά’: ’a’,
’έ’: ’e’,
’ή’: ’h’,
’ί’: ’i’,
’ό’: ’o’,
’ύ’: ’y’,
’ώ’: ’v’,
’ΐ’: ’i’,
’ϋ’: ’y’,
’ΐ́’: ’i’,
’ΰ’: ’y’,
’Ά’: ’A’,
’Έ’: ’E’,
’Ή’: ’H’,
’Ί’: ’I’,
’Ό’: ’O’,
’Ύ’: ’Y’,
’Ώ’: ’V’,
’Α’: ’A’,
’Β’: ’B’,
’Γ’: ’G’,
’Δ’: ’D’,
’Ε’: ’E’,
’Ζ’: ’Z’,
’Η’: ’H’,
’Θ’: ’U’,
’Ι’: ’I’,
’Κ’: ’K’,
’Λ’: ’L’,
’Μ’: ’M’,
’Ν’: ’N’,
’Ξ’: ’J’,
’Ο’: ’O’,
’Π’: ’P’,
’Ρ’: ’R’,
’Σ’: ’S’,
’Τ’: ’T’,

'Υ': 'Y',
'Φ': 'F',
'Χ': 'X',
'Ψ': 'C',
'Ω': 'W',
'Ϊ': 'I',
'Ϋ': 'Y',
':': 'Q',
'"': 'W'
}

Χαρακτήρες εκκίνησης διαδικασίας ελέγχου για σφάλμα διάταξης

Όπως έχει αναφερθεί και στο κεφάλαιο 3, η αναγνώριση κάθε νέας πληκτρολογημένης λέξης γίνεται με το πάτημα ενός τερματικού χαρακτήρα. Στην εφαρμογή ορίστηκαν δύο διαφορετικά αρχεία για αυτούς τους χαρακτήρεςς, ένα για την ελληνική διάταξη και ένα για την αγγλική. Στην συνέχεια παρατίθεται, ως δείγμα, το περιεχόμενο του αρχείου που περιέχει τους τερματικούς χαρακτήρες για την ελληνική διάταξη.

space
enter
.
,
/
\
(
)
{
}
;
-
<
>
"
'
|
!
~

*
[
]
=
+
_
@
#
$
%
^
&
?

Το αρχείο που περιέχει τα παραπάνω στοιχεία είναι παραμετροποιήσιμο, έτσι ώστε να μπορεί ο κάθε χρήστης να το προσωποποιήσει στον τρόπο πληκτρολόγησής του.

Χαρακτήρες μηδενισμού συμβολοσειράς εισόδου

Για την καλύτερη εμπειρία χρήσης και για την ορθότερη αναγνώριση των λέξεων εισόδου ορίστηκαν ορισμένοι χαρακτήρες, που όταν εισαχθούν πραγματοποιείται επαναφορά της συμβολοσειράς εισόδου στην μηδενική κατάσταση.

up
down
right
left
tab
end

Σύμφωνα με τους παραπάνω χαρακτήρες και για να γίνει πιο κατανοητός ο τρόπος που επιδρούν στην εφαρμογή δίνεται το παρακάτω παράδειγμα. Αν ο χρήστης εισάγει την ακολουθία χαρακτήρων «*mada*» και πατήσει κάποιο από τους παραπάνω χαρακτήρες στο πληκτρολόγιό του, έστω το «*right*», τότε η εφαρμογή «ξεχνάει» την μέχρι τώρα εισαγόμενη λέξη και ξεκινάει την όλη λειτουργία ανίχνευσης εξ'αρχής.

Συνδυασμοί χαρακτήρων

Το τελευταίο παραμετροποιήσιμο αρχείο της εφαρμογής περιέχει τους συνδυασμούς πλήκτρων (hotkeys), έτσι ώστε να μην λαμβάνεται υπόψη ένας χαρακτήρας γράμματος ως στοιχείο λέξης, όταν βρίσκεται μέσα σε συνδυασμό πλήκτρων. Για παράδειγμα αν ο χρήστης πατήσει τον συνδυασμό πλήκτρων «*CTRL+a*», ο χαρακτήρας «*a*» δεν θα ληφθεί υπόψη ως στοιχείο λέξης. Για την πληρότητα της εφαρμογής έχουν οριστεί συγκεκριμένοι συνδυασμοί, αλλά ο κάθε χρήστης μπορεί να προσθέσει ή να αφαιρέσει όποιον συνδυασμό θέλει. Ο μόνος περιορισμός μέχρι τώρα είναι ότι γίνονται αντιληπτοί συνδυασμοί που περιέχουν μέχρι μόνο δύο στοιχεία.

Δ΄ Ερωτήσεις ημιδομημένης συνέντευξης

Σε αυτό το παράρτημα παρατίθενται οι ερωτήσεις που ρωτήθηκαν στους συμμετέχοντες κατά την ημιδομημένη συνέντευξη. Προκειμένου να αντηθούν όσες περισσότερες πληροφορίες γινόταν από τους συμμετέχοντες σχετικά με την εμπειρία τους από την χρήση της εφαρμογής, επικράτησε ένα πιο ελεύθερο κλίμα συζήτησης, βασιζόμενο πάντα πάνω σε αυτές τις ερωτήσεις.

E1. Πόσο χρονών είσαι;

E2. Με τι ασχολούσαν στον υπολογιστή σου, κατά την διάρκεια χρήσης της εφαρμογής (Φάση Α και Β);

E3. Γράφεις κοιτώντας το πληκτρολόγιο;

E4. Πόσο κατάλαβες τον σκοπό της εφαρμογής (Φάση Β);

E5. Πόσο σε βοήθησε η εφαρμογή στην συνολική διαδικασίας πληκτρολόγησης (Φάση Β);

E6. Πόσο συχνά κάνεις σφάλματα διάταξης και πόσο σε επηρεάζει;

E7. Πόσο σε βοήθησε η εφαρμογή στην αντιμετώπιση των σφαλμάτων διάταξης (Φάση Β);

E8. Πως πραγματικά σε βοήθησε η εφαρμογή;

E9. Διάβασες τις οδηγίες που σου δόθηκαν σε μορφή PDF;

E10. Είδες την ιστοσελίδα της εφαρμογής και τα βίντεο που περιέχει;

E11. Πόσο κατανοητά σου φάνηκαν και σε τι βαθμό σε βοήθησαν να καταλάβεις την λειτουργία της εφαρμογής;

E12. Παρατήρησες κάποια στιγμή την εφαρμογή να μην αναγνωρίζει τις λέξεις που εισάγεις;

E13. Την γραφική διεπαφή την είχες να φαίνεται ή την είχες κρυμμένη;

E14. Σε τι βαθμό χρησιμοποίησες τις λειτουργίες της γραφικής διεπαφής;

E15. Πόσο επιτυχείς θεωρείς πως ήταν οι παρεμβάσεις της εφαρμογής;

E16. Πως διορθώνατε τις λανθασμένες διορθώσεις της εφαρμογής;

E17. Οι διορθώσεις που έκανε η εφαρμογή σας επηρέασαν αρνητικά σε κάποιο τρόπο;

E18. Σε επηρέασε κάπως ο τρόπος διόρθωσης (σβήνει-γράφει) στην συνολική διαδικασία πληκτρολόγησης;

E19. Βρήκες κάποια άλλη χρησιμότητα στην εφαρμογή πέρα από την αυτόματη διόρθωση;

E20. Θα χρησιμοποιούσες την εφαρμογή μετά το πέρας του πειράματος;

E21. Τι αλλαγές θα πρότεινες για να γίνει καλύτερη προς εσένα;

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων στην ημιδομημένη συνέντευξη περιγράφονται λεπτομερώς στην ενότητα 4.7.3.

Ε΄ Οδηγίες χρήσης εφαρμογής

Σε αυτό το παράρτημα βρίσκονται οι οδηγίες που δόθηκαν στους συμμετέχοντες για τις δύο φάσεις τους πειράματος που διεξήχθει στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας.

Οδηγίες Φάσης Α Πειραματικής Διαδικασίας

Στην συνέχεια παρατίθονται οι οδηγίες που στάλθηκαν στους συμμετέχοντες του πειράματος για την φάση Α.

“POKERFACE” ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	
ΦΑΣΗ	Α
ΔΙΑΡΚΕΙΑ	7 ΗΜΕΡΕΣ
ΣΚΟΠΟΣ	ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΠΛΗΚΤΡΟΛΟΓΗΣΗΣ ΧΡΗΣΤΗ

Ευχαριστούμε που συμμετέχετε στην έρευνα αυτή.

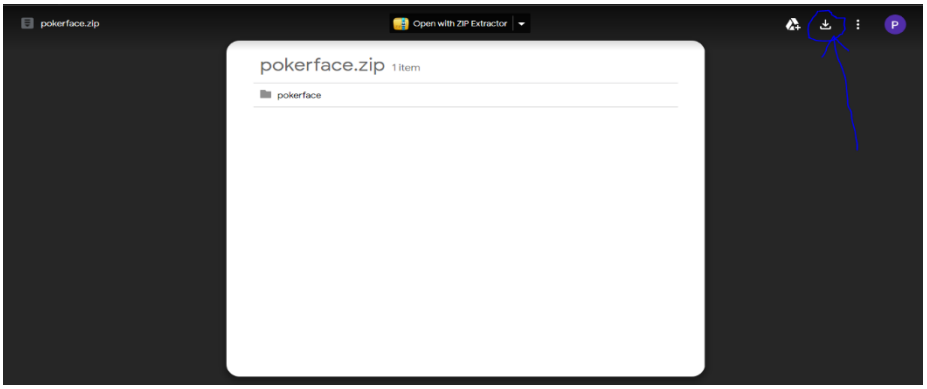
Η έρευνα αποτελείται από δυο φάσεις:

1. Φάση 1 (7 μέρες): Καταγράφονται **ανώνυμα**:
    - Αλλαγές γλώσσας πληκτρολόγησης – από Ελληνικά/Αγγλικά και ανάποδα,
    - Η γλώσσα των λέξεων που πληκτρολογήθηκαν (δεν καταγράφονται οι λέξεις),
    - Αλλαγές ενεργού παραθύρου (δεν καταγράφεται ποιο παράθυρο, ή τι περιέχει, μόνο το ό,τι άλλαξε),
    - Πληκτρολογήσεις με λάθος γλώσσα πληκτρολογίου (εκτίμηση).
2. Φάση 2 (7-14 Μέρες): Καταγράφονται περισσότερες πληροφορίες, πάλι ανώνυμα:
    - Χρησιμοποιείται μια άλλη έκδοση της εφαρμογής pokerface
    - Λεπτομερείς οδηγίες θα δοθούν στην αρχή της φάσης.

Κάποια από τα δεδομένα που θα καταγραφούν μπορεί να είναι ευαίσθητα, όπως η ημερομηνία και ώρα χρήσης εφαρμογών. Όλα τα δεδομένα που συλλέγονται είναι ανώνυμα και εμπιστευτικά και θα χρησιμοποιηθούν μόνο για ερευνητικούς σκοπούς. Σε κάθε περίπτωση υπάρχει η δυνατότητα επισκόπησης των δεδομένων που συλλέγονται.

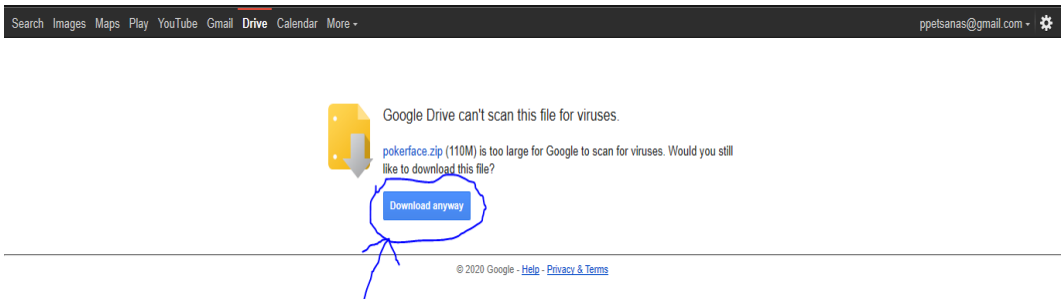
1. Κατέβασμα εφαρμογής “pokerface”

- Πατώντας το link που έλαβες με mail οδηγείσαι στο drive που έχει αποθηκευτεί το πακέτο της εφαρμογής.
- Σε αυτήν την νέα σελίδα, θα πατήσεις πάνω δεξιά το βελάκι “download”.



Εικόνα 1. Κατέβασμα από το Google drive

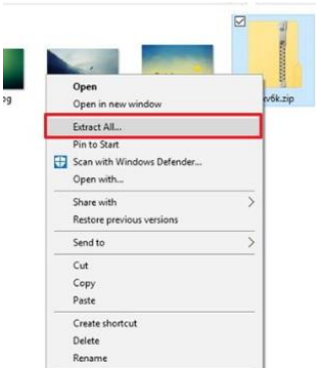
- Στην επόμενη σελίδα που ανοίγει, πατάς το κουμπί “Download anyway”. Το αρχείο δεν περιέχει απολύτως τίποτα επικίνδυνο για τον υπολογιστή σου. Αποθηκεύεις τον φάκελο της εφαρμογής στην τοποθεσία που αποθηκεύεις τα κατεβασμένα αρχεία.



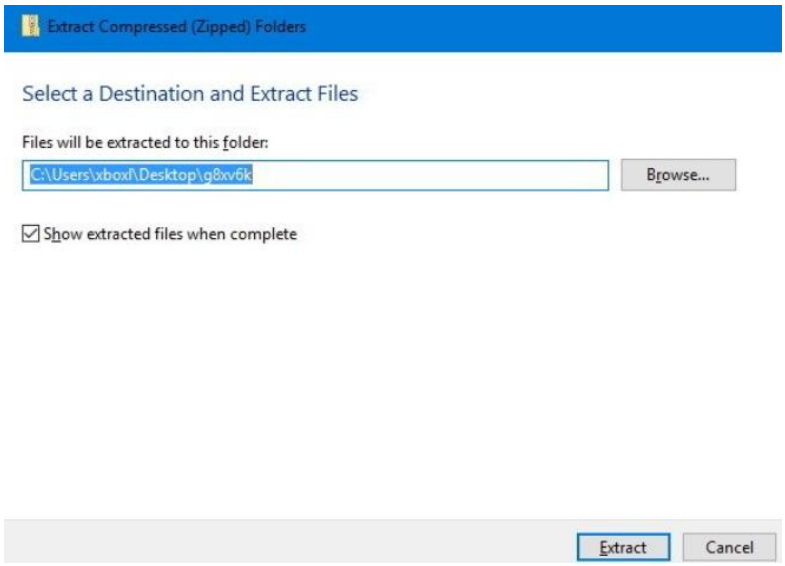
Εικόνα 2. Κατέβασμα από Google drive

2. Αποσυμπίεση

- Πηγαίνεις στην τοποθεσία που αποθήκευσες τον φάκελο της εφαρμογής.
- Τώρα θα αποσυμπιέσεις το περιεχόμενο του φακέλου ως εξής:
  - ✓ Πατάς δεξί κλικ επάνω στο συμπιεσμένο φάκελο της εφαρμογής,
  - ✓ επιλέγεις αποσυμπίεση όλων (extract all),
- -Επιλέγεις “Show extracted files when complete” και πατάς Αποσυμπίεση (Extract).



Εικόνα 3. Αποσυμπίεση



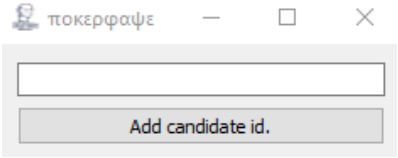
Εικόνα 4 Αποσυμπίεση

Αν τίποτα από τα παραπάνω δε λειτουργήσει, επικοινώνησε μαζί μου.

3. Άνοιγμα της εφαρμογής

Απλά εκτελείς το **pokerface**.bat

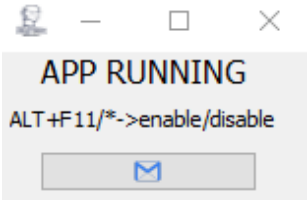
Με την αρχική εκτέλεση της εφαρμογής εμφανίζεται ένα κουτί εισόδου, στο οποίο θα εισάγεις τον κωδικό συμμετέχοντα που έλαβες στο email.



Εικόνα 5 Εισαγωγή id

Καθώς η εφαρμογή θεωρείται **keylogger**, δηλαδή καταγράφει δεδομένα από το πληκτρολόγιο, το λογισμικό των Windows τη θεωρεί κακόβουλη και συνήθως αποκλείει την εκτέλεσή της. Συνεπώς προτείνεται να γίνει εξαίρεση της εφαρμογής από το antivirus. Δες οδηγίες στην ενότητα **6. Εξαίρεση από το Antivirus**.

Αν όλα έχουν εκτελεστεί επιτυχώς, θα πρέπει να ανοίξει μία μικρή γραφική διεπαφή (παραθυράκι) στο κάτω δεξιά μέρος της οθόνης.



Εικόνα 6 Γραφική Διεπαφή

Σε αυτό το σημείο η εφαρμογή εκτελείται κανονικά και καταγράφει συγκεκριμένα στοιχεία που πληκτρολογείς:

- ✓ Αλλαγή γλώσσας πληκτρολόγησης,
- ✓ γλώσσα λέξης που πληκτρολογήθηκε,
- ✓ αλλαγή ενεργού παραθύρου,
- ✓ λάθος αντιστοίχιση γλώσσας πληκτρολογίου και γλώσσας λέξης

4. Αποστολή των συλλεγμένων δεδομένων:

Η πρώτη φάση του πειράματος διαρκεί 7 ημέρες. Στην γραφική διεπαφή υπάρχει ένα κουμπί, το οποίο μπορείς να πατήσεις και να μου στείλεις τα συλλεγμένα δεδομένα:

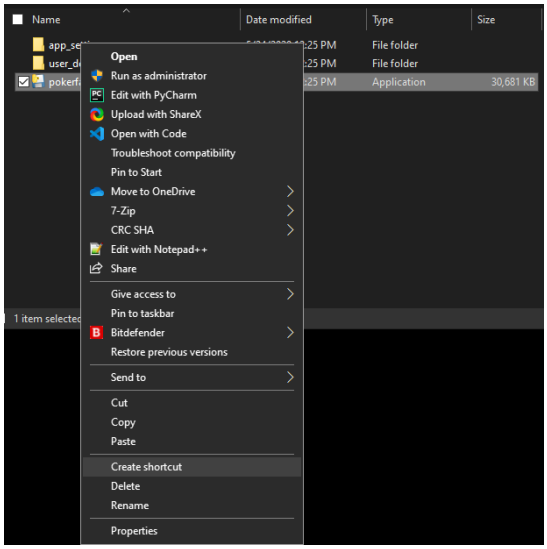
- Στο παράθυρο που θα εμφανιστεί, μπορείς να δεις τα καταγεγραμμένα στοιχεία με την επιλογή «Inspect log files” ή να μου στείλεις τα αρχεία με την επιλογή “Send log files”:

Εικόνα 7 Αποστολή αρχείων

5. Δημιουργία συντόμευσης

Συνίσταται να δημιουργήσεις μία συντόμευση (Shortcut) της εφαρμογής, με τον παρακάτω τρόπο:

- Πατάς δεξί κλικ στην εφαρμογή “pokerface.bat”,
- επιλέγεις «Δημιουργία συντόμευσης» («create shortcut»),
  - με δεξί κλικ στο φάκελο της συντόμευσης (Shortcut), επιλέγεις «Αποκοπή» («cut»),



Εικόνα 8. Δημιουργία συντόμευσης

  - με δεξί κλικ στην επιφάνεια εργασίας, επιλέγεις «Επικόλληση» («Paste») της συντόμευσης, ώστε να έχεις πρόσβαση σε αυτή όποτε επιθυμείς.

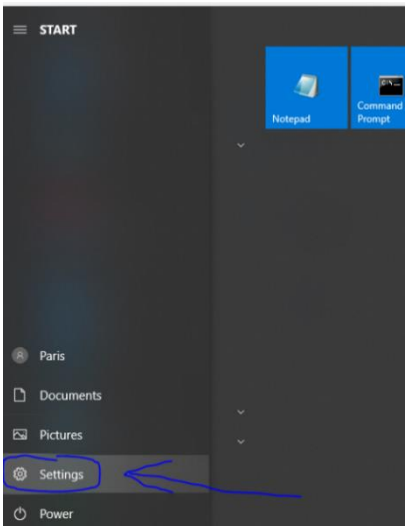
6. Εξαίρεση από το Antivirus

Καθώς η εφαρμογή θεωρείται keylogger, δηλαδή καταγράφει δεδομένα από το πληκτρολόγιο, το λογισμικό των Windows τη θεωρεί κακόβουλη και συνήθως αποκλείει την εκτέλεσή της. Συνεπώς προτείνεται να γίνει εξαίρεση της εφαρμογής από το antivirus.

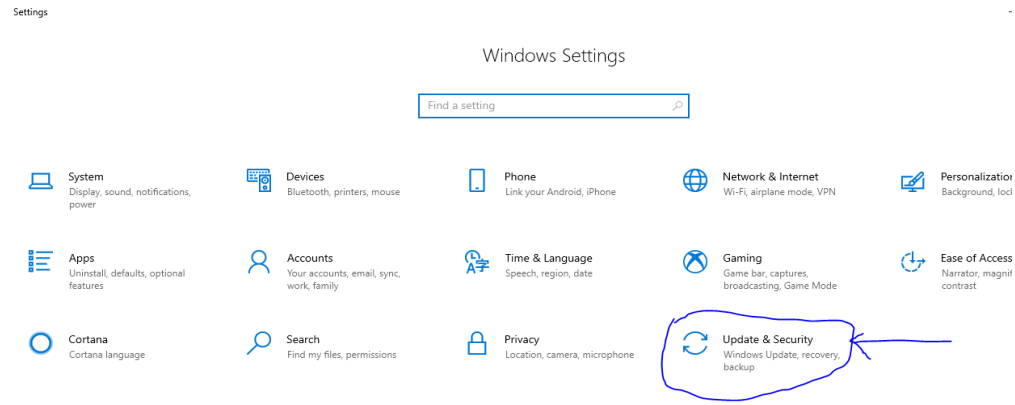
Εξαίρεση από το antivirus:

- Για το Windows Defender στα Windows 10
  - -Πηγαίνεις στο σύμβολο των Windows κάτω αριστερά στην επιφάνεια εργασίας σου,
  - -επιλέγεις τις «Ρυθμίσεις» («Settings»), στο γρανάζι κάτω αριστερά,

    -πηγαίνεις στο «Update and Security»,

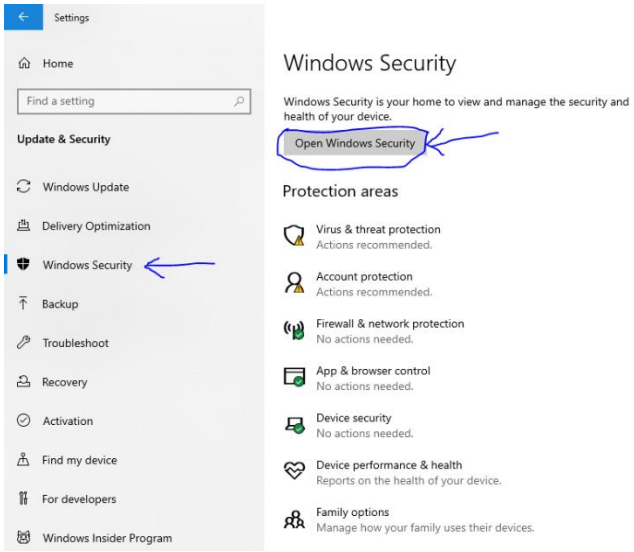


Εικόνα 8 Εξαίρεση από το Antivirus



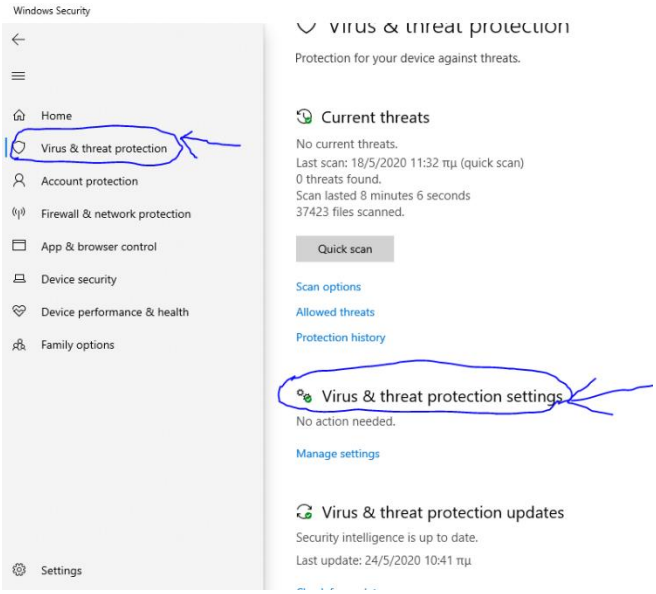
Εικόνα 9 Εξαίρεση από το Antivirus

-επιλέγεις «Open Windows Security»,



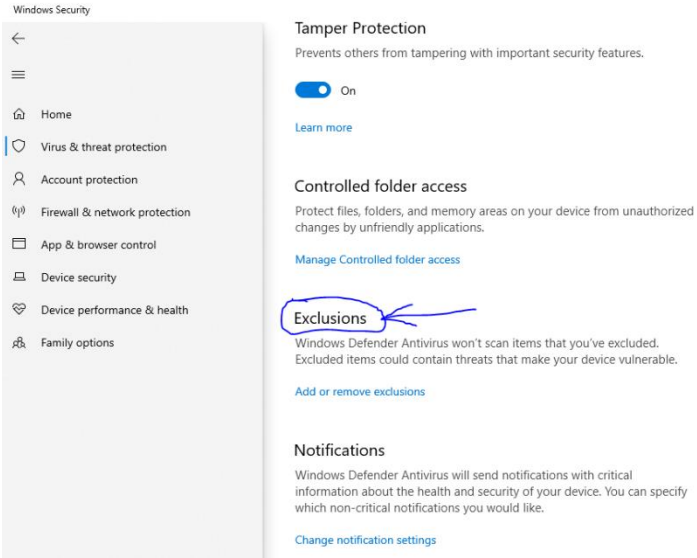
Εικόνα 10 Εξαίρεση από το Antivirus

-επιλέγεις «Virus and thread protection»,



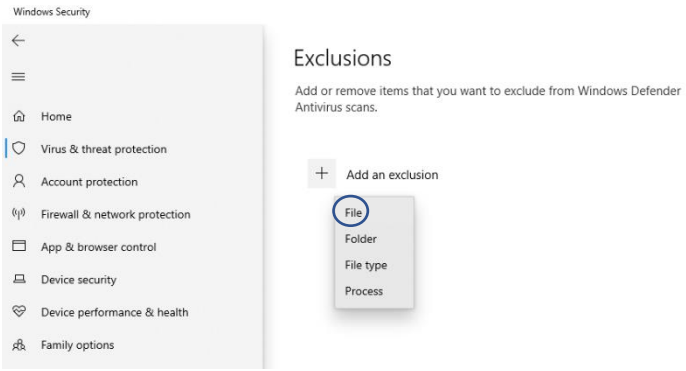
Εικόνα 11 Εξαίρεση από το Antivirus

-επιλέγεις «Exclusion»,



Εικόνα 12 Εξαίρεση από το Antivirus

-τέλος, επιλέγεις το «File» και πλοηγείσαι στον φάκελο “pokerface”.

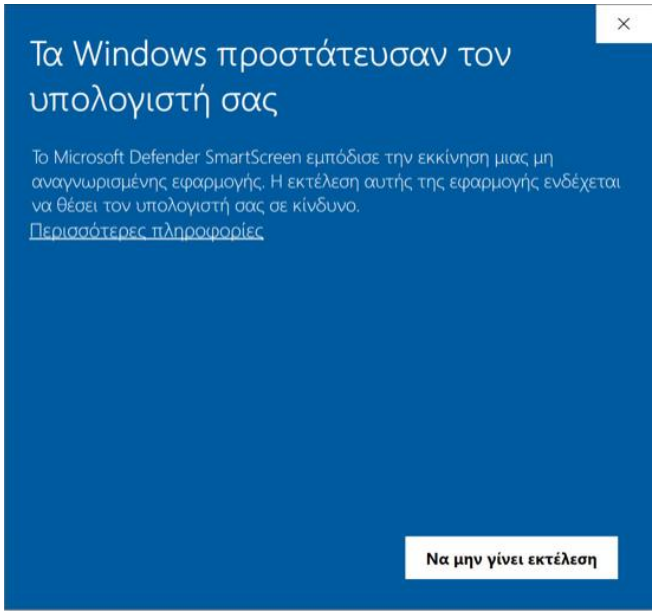


Εικόνα 13 Εξαίρεση από το Antivirus

✓ Στην περίπτωση που διαθέτεις κάποιο άλλο antivirus, θα τα απενεργοποιήσεις με παρόμοιο τρόπο.

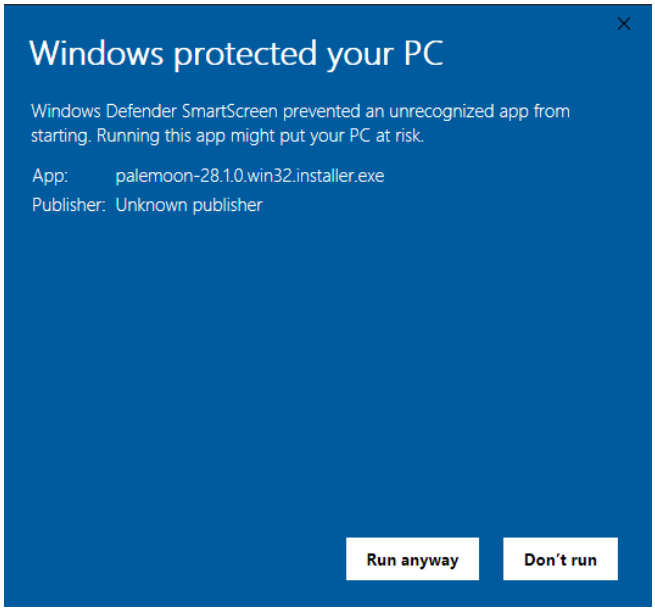
✓ Στην περίπτωση που σου εμφανιστεί η μπλε οθόνη που φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:

-επιλέγεις «Περισσότερες πληροφορίες» (“More info”)



Εικόνα 14 Αντιμετώπιση μπλε οθόνης

-επιλέγεις «Υποχρεωτική Εκτέλεση» (“Run anyway”)

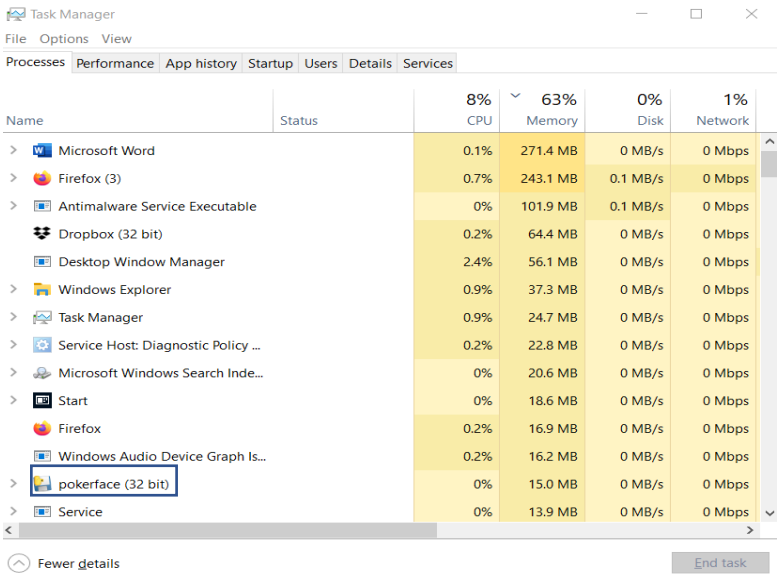


Εικόνα 15 Αντιμετώπιση μπλε οθόνης

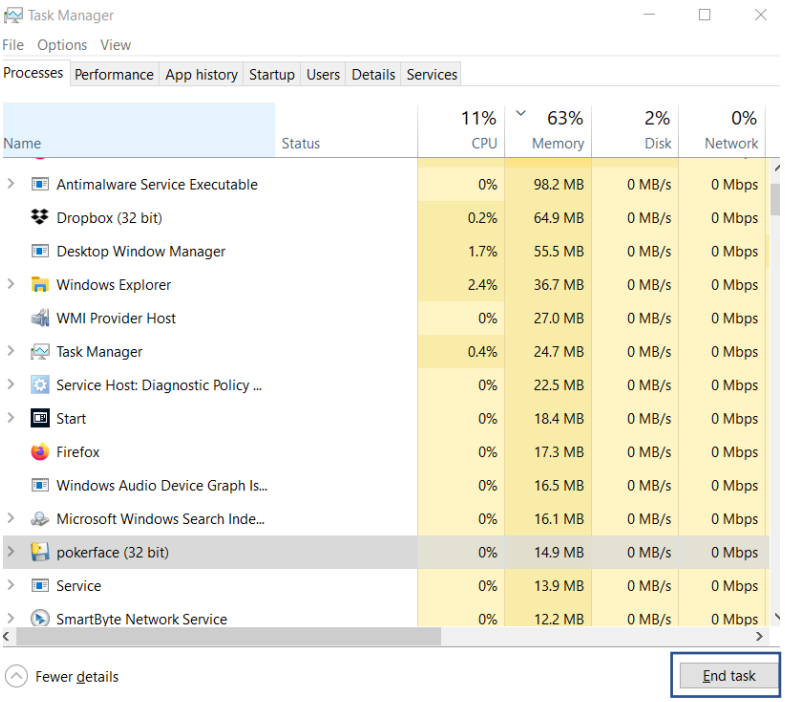
7. Σημειώσεις

- Η εφαρμογή θα πρέπει να είναι ανοιχτή και να τρέχει συνέχεια, για να πραγματοποιεί την καταγραφή. Σε περίπτωση που κλείσει, θα πρέπει να την ξανανοίξεις απλά πατώντας το “pokerface.bat” ή τη συντόμευση (Shortcut) που δημιούργησες.

- Πατώντας το συνδυασμό των πλήκτρων Alt + F11 ή Alt + *, μπορείς να απενεργοποιήσεις την καταγραφή (κατά τη διάρκεια παιχνιδιών κ.λπ.) και στη συνέχεια να την ξαναενεργοποιήσεις με τον ίδιο τρόπο.
- Αν αντιμετωπίσεις κάποιο πρόβλημα με το πληκτρολόγιό σου, όπως να μην ανταποκρίνονται οι χαρακτήρες που γράφεις με αυτά που φαίνονται στην οθόνη, π.χ. ! αντί για 1, Α αντί για α (χωρίς να έχεις πατημένο Shift), μπορείς να το αντιμετωπίσεις πατώντας μία φορά το δεξί Shift.
- Σε περίπτωση που η εφαρμογή κλείσει αντικανονικά (χωρίς να την κλείσεις εσύ), υπάρχει περίπτωση να μην μπορεί να ξανανοίξει, διότι τρέχει στο παρασκήνιο (Background). Για να το κλείσεις από το παρασκήνιο και να το ξανανοίξει πρέπει:
  - ✓ Πατώντας Ctrl+Shift+Esc ανοίγει η Διαχείριση Εργασιών (Task Manager),



  - ✓ Πατάς πάνω στο pokerface και μετά End task κάτω δεξιά στο παράθυρο.



Οδηγίες Φάσης Β Πειραματικής Διαδικασίας

Στην συνέχεια παρατίθονται οι οδηγίες που στάλθηκαν στους συμμετέχοντες του πειράματος για την φάση Β.

“POKERFACE” ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	
ΦΑΣΗ	Β
ΔΙΑΡΚΕΙΑ	10 ΗΜΕΡΕΣ
ΣΚΟΠΟΣ	ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Ευχαριστούμε που συμμετέχετε στην έρευνα αυτή.

Η έρευνα αποτελείται από δυο φάσεις:

1. Φάση 1 (7 μέρες): Καταγράφηκαν **ανώνυμα** ορισμένα στοιχεία.
2. Φάση 2 (10 Μέρες): Διόρθωση των λέξεων που εισήχθησαν με λανθασμένη διάταξη πληκτρολογίου (π.χ. geia). Καταγράφονται πάλι **ανώνυμα**:
    - Αλλαγές γλώσσας πληκτρολόγησης – από Ελληνικά/Αγγλικά και ανάποδα,
    - Η γλώσσα των λέξεων που πληκτρολογήθηκαν (δεν καταγράφονται οι λέξεις),
    - Αλλαγές ενεργού παραθύρου (δεν καταγράφεται ποιο παράθυρο, ή τι περιέχει, μόνο το ότι άλλαξε),
    - Πληκτρολογήσεις με λάθος γλώσσα πληκτρολογίου (εκτίμηση).

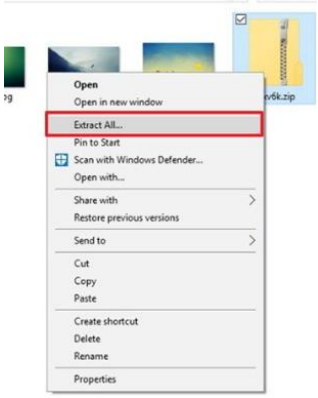
Κάποια από τα δεδομένα που θα καταγραφούν μπορεί να είναι ευαίσθητα, όπως η ημερομηνία και ώρα χρήσης εφαρμογών. Όλα τα δεδομένα που συλλέγονται είναι ανώνυμα και εμπιστευτικά και θα χρησιμοποιηθούν μόνο για ερευνητικούς σκοπούς. Σε κάθε περίπτωση υπάρχει η δυνατότητα επισκόπησης των δεδομένων που συλλέγονται.

1. Κατέβασμα εφαρμογής “pokerface”

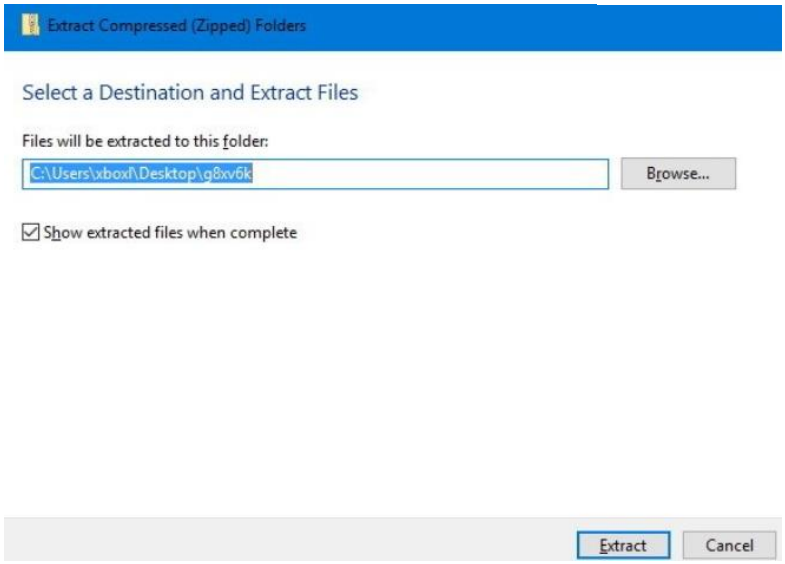
- Πατώντας το link που έλαβες με mail οδηγείσαι στην ιστοσελίδα της εφαρμογής. (https://thepokerfaceproject.xyz/)
- Σε αυτήν την νέα σελίδα, θα πατήσεις πάνω δεξιά το “Download”.
- Ανακατευθύνεσαι στο σημείο της ιστοσελίδας που μπορείς να κατεβάσεις την εφαρμογή και να δεις τις οδηγίες.

2. Αποσυμπίεση

- Πηγαίνεις στην τοποθεσία που αποθήκευσες τον φάκελο της εφαρμογής.
- Τώρα θα αποσυμπιέσεις το περιεχόμενο του φακέλου ως εξής:
    - ✓ Πατάς δεξί κλικ επάνω στο συμπιεσμένο φάκελο της εφαρμογής,
    - ✓ επιλέγεις αποσυμπίεση όλων (extract all),
- -Επιλέγεις “Show extracted files when complete” και πατάς Αποσυμπίεση (Extract).



Εικόνα 1. Αποσυμπίεση



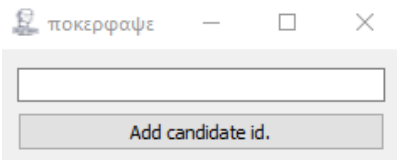
Εικόνα 2. Αποσυμπίεση

Αν τίποτα από τα παραπάνω δε λειτουργήσει, επικοινώνησε μαζί μου.

3. Άνοιγμα της εφαρμογής

Απλά εκτελείς το **pokerface**.bat

Με την αρχική εκτέλεση της εφαρμογής εμφανίζεται ένα κουτί εισόδου, στο οποίο θα εισάγεις τον κωδικό συμμετέχοντα που έλαβες στο email.



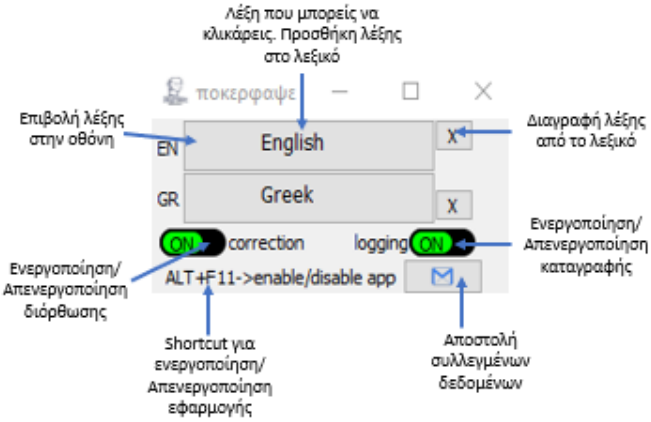
Εικόνα 1 Εισαγωγή id

Καθώς η εφαρμογή θεωρείται **keylogger**, δηλαδή καταγράφει δεδομένα από το πληκτρολόγιο, το λογισμικό των Windows τη θεωρεί κακόβουλη και συνήθως αποκλείει

την εκτέλεσή της. Συνεπώς προτείνεται να γίνει εξαίρεση της εφαρμογής από το antivirus. Δες οδηγίες στην ενότητα **6. Εξαίρεση από το Antivirus**.

Αν όλα έχουν εκτελεστεί επιτυχώς, θα πρέπει να ανοίξει μία γραφική διεπαφή (παραθυράκι) στο κάτω δεξιά μέρος της οθόνης. Περισσότερες πληροφορίες εδώ.

Σε αυτό το σημείο η εφαρμογή εκτελείται κανονικά και καταγράφει συγκεκριμένα στοιχεία που πληκτρολογείς (**ανώνυμα**).



Εικόνα 2 Γραφική διεπαφή και λειτουργίες

4. Αποστολή των συλλεγμένων δεδομένων:

Η δεύτερη φάση του πειράματος διαρκεί 10 ημέρες. Στην γραφική διεπαφή υπάρχει ένα κουμπί, το οποίο μπορείς να πατήσεις και να μου στείλεις τα συλλεγμένα δεδομένα:

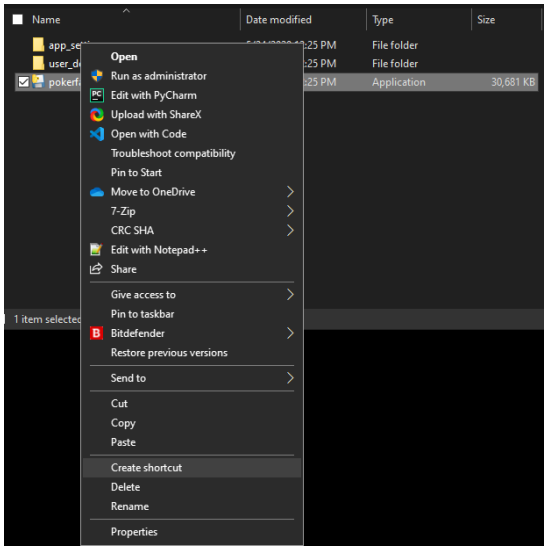
- Στο παράθυρο που θα εμφανιστεί, μπορείς να δεις τα καταγεγραμμένα στοιχεία με την επιλογή «Inspect log files” ή να μου στείλεις τα αρχεία με την επιλογή “Send log files”:

Εικόνα 4 Αποστολή αρχείων

5. Δημιουργία συντόμευσης

Συνίσταται να δημιουργήσεις μία συντόμευση (Shortcut) της εφαρμογής, με τον παρακάτω τρόπο:

- Πατάς δεξί κλικ στην εφαρμογή “pokerface.bat”,
- επιλέγεις «Δημιουργία συντόμευσης» («create shortcut»),
    - με δεξί κλικ στο φάκελο της συντόμευσης (Shortcut), επιλέγεις «Αποκοπή» («cut»),



Εικόνα 8. Δημιουργία συντόμευσης

- με δεξί κλικ στην επιφάνεια εργασίας, επιλέγεις «Επικόλληση» («Paste») της συντόμευσης, ώστε να έχεις πρόσβαση σε αυτή όποτε επιθυμείς.

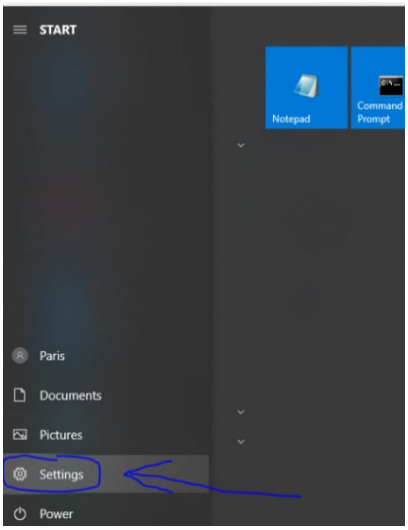
6. Εξαίρεση από το Antivirus

Καθώς η εφαρμογή θεωρείται keylogger, δηλαδή καταγράφει δεδομένα από το πληκτρολόγιο, το λογισμικό των Windows τη θεωρεί κακόβουλη και συνήθως αποκλείει την εκτέλεσή της. Συνεπώς προτείνεται να γίνει εξαίρεση της εφαρμογής από το antivirus.

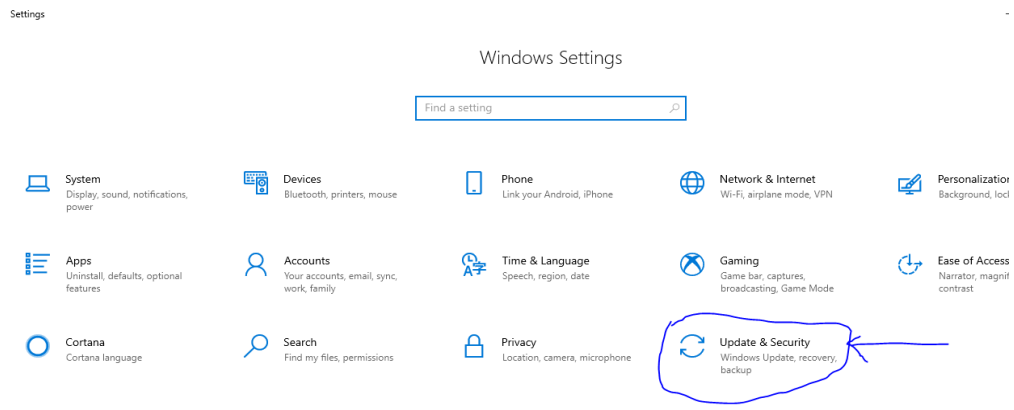
Εξαίρεση από το antivirus:

- Για το Windows Defender στα Windows 10
    - -Πηγαίνεις στο σύμβολο των Windows κάτω αριστερά στην επιφάνεια εργασίας σου,
    - -επιλέγεις τις «Ρυθμίσεις» («Settings»), στο γρανάζι κάτω αριστερά,

      -πηγαίνεις στο «Update and Security»,

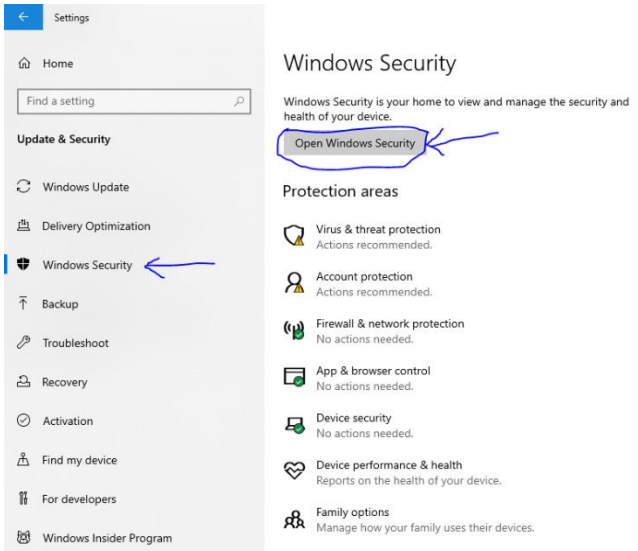


Εικόνα 5 Εξαίρεση από το Antivirus



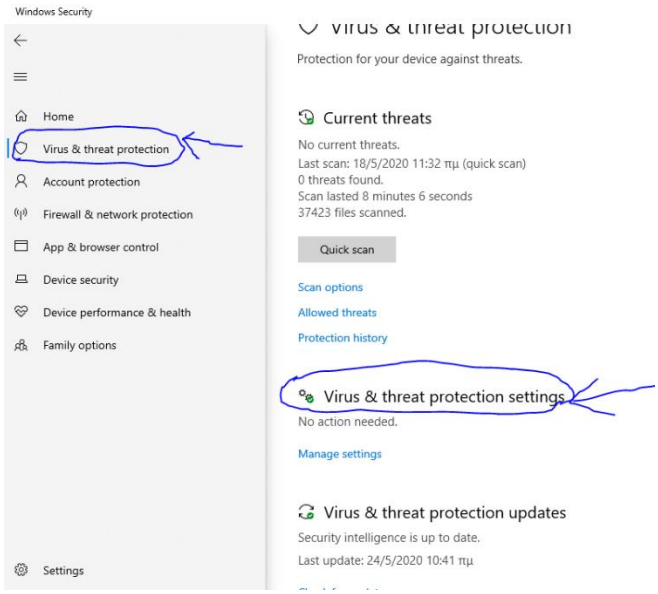
Εικόνα 6 Εξαίρεση από το Antivirus

-επιλέγεις «Open Windows Security»,



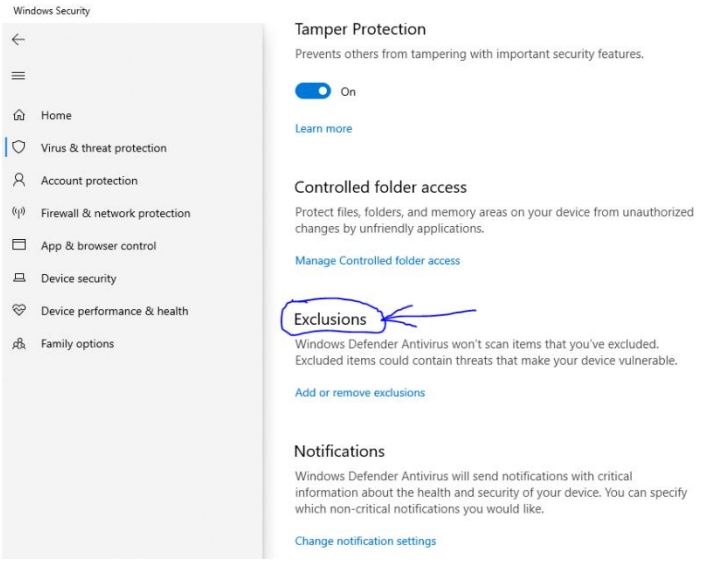
Εικόνα 7 Εξαίρεση από το Antivirus

-επιλέγεις «Virus and thread protection»,



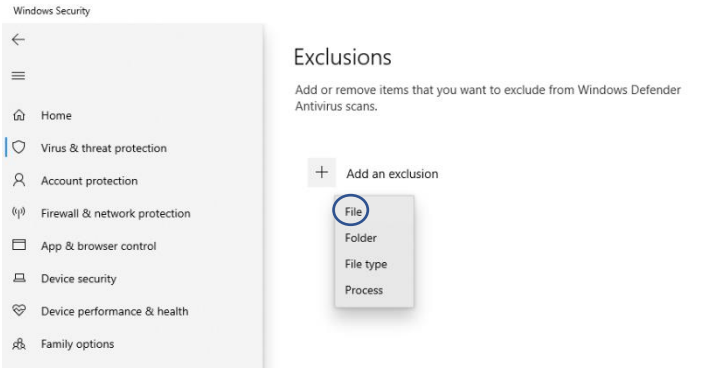
Εικόνα 8 Εξαίρεση από το Antivirus

-επιλέγεις «Exclusion»,



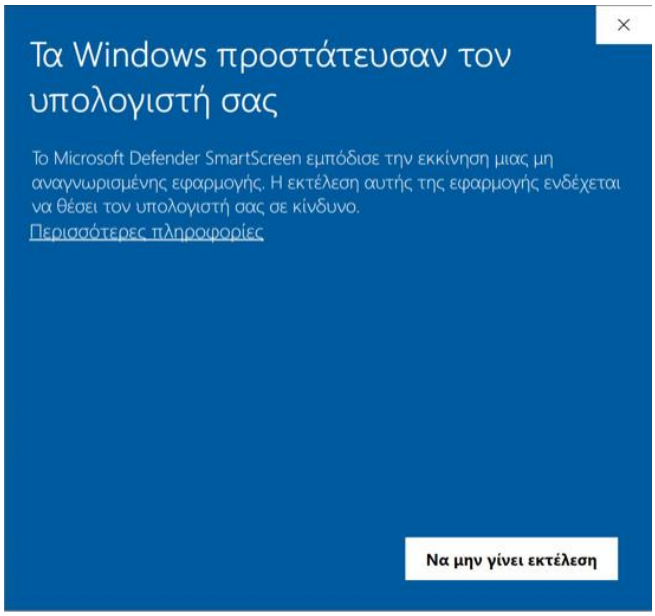
Εικόνα 9 Εξαίρεση από το Antivirus

-τέλος, επιλέγεις το «File» και πλοηγείσαι στον φάκελο “pokerface”.



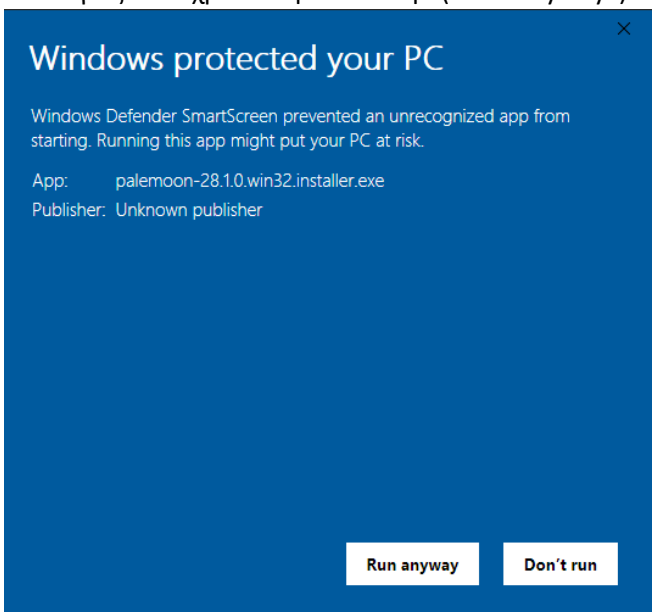
Εικόνα 10 Εξαίρεση από το Antivirus

- ✓ Στην περίπτωση που διαθέτεις κάποιο άλλο antivirus, θα τα απενεργοποιήσεις με παρόμοιο τρόπο.
- ✓ Στην περίπτωση που σου εμφανιστεί η μπλε οθόνη που φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:
  -επιλέγεις «Περισσότερες πληροφορίες» (“More info”)



Εικόνα 11 Αντιμετώπιση μπλε οθόνης

-επιλέγεις «Υποχρεωτική Εκτέλεση» (“Run anyway”)



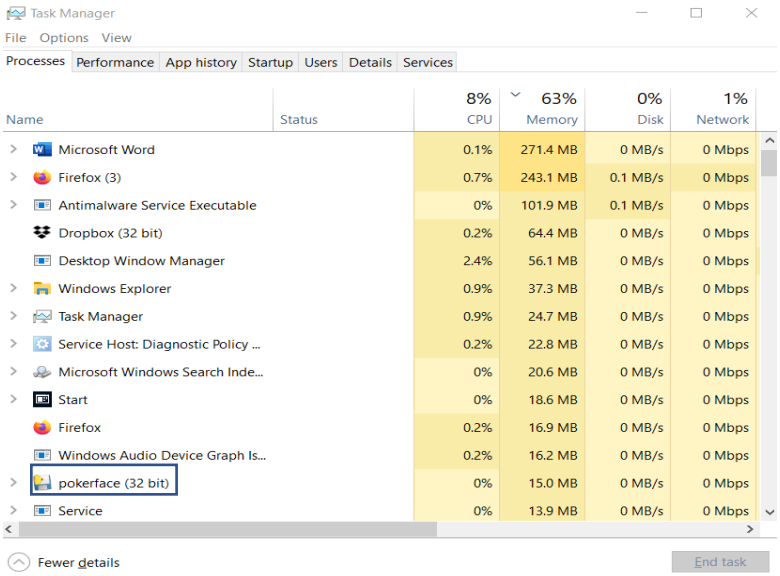
Εικόνα 12 Αντιμετώπιση μπλε οθόνης

7. Σημειώσεις

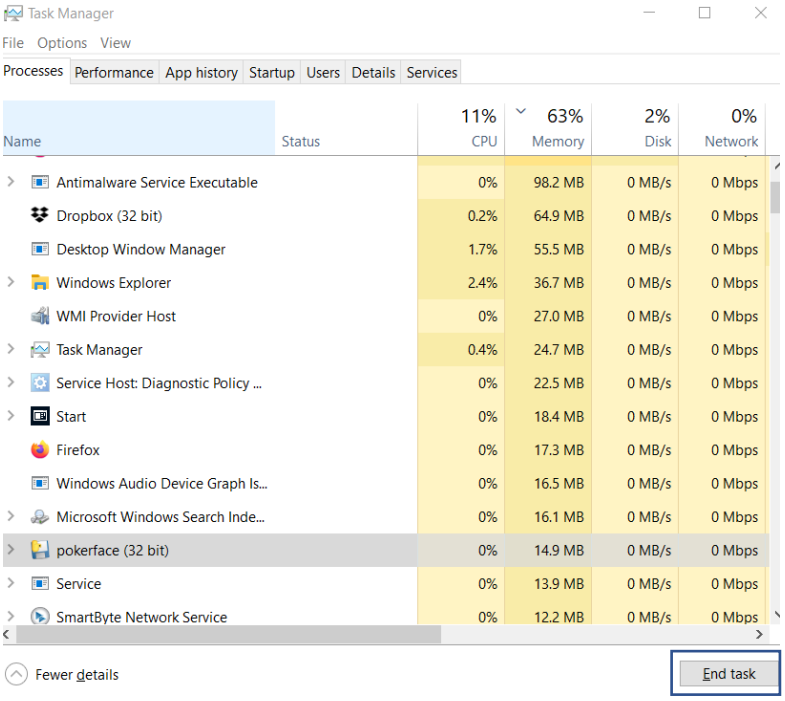
- Η εφαρμογή θα πρέπει να είναι ανοιχτή και να τρέχει συνέχεια, για να πραγματοποιεί την καταγραφή. Σε περίπτωση που κλείσει, θα πρέπει να την ξανανοίξεις απλά πατώντας το “pokerface.bat” ή τη συντόμευση (Shortcut) που δημιούργησες.
- Πατώντας το συνδυασμό των πλήκτρων Alt + F11 ή Alt + *, μπορείς να απενεργοποιήσεις την καταγραφή (κατά τη διάρκεια παιχνιδιών κ.λπ.) και στη συνέχεια να την ξαναενεργοποιήσεις με τον ίδιο τρόπο.
- Μπορείς να αλλάξεις ορισμένα στοιχεία της εφαρμογής πειράζοντας τα αρχεία που βρίσκονται μέσα στον φάκελο “__user_defined_settings”. Αυτά τα στοιχεία είναι οι αντιστοιχήσεις χαρακτήρων μεταξύ ελληνικής και αγγλικής διάταξης, τα σημεία

στίξης, δηλαδή τους χαρακτήρες που ορίζουν την αναγνώριση της λέξης, τα hotkeys, ώστε να μην αναγνωρίζονται από την εφαρμογή και τα σημεία μηδενισμού της λέξης, δηλαδή τους χαρακτήρες που αρχίζουν την ανίχνευση της λέξης από την αρχή.

- Αν αντιμετωπίσεις κάποιο πρόβλημα με το πληκτρολόγιό σου, όπως να μην ανταποκρίνονται οι χαρακτήρες που γράφεις με αυτά που φαίνονται στην οθόνη, π.χ. ! αντί για 1, Α αντί για α (χωρίς να έχεις πατημένο Shift), μπορείς να το αντιμετωπίσεις πατώντας μία ή περισσότερες φορές το δεξί ή αριστερό Shift.
- Σε περίπτωση που η εφαρμογή κλείσει αντικανονικά (χωρίς να την κλείσεις εσύ), υπάρχει περίπτωση να μην μπορεί να ξανανοίξει, διότι τρέχει στο παρασκήνιο (Background). Για να το κλείσεις από το παρασκήνιο και να το ξανανοίξει πρέπει:
  - ✓ Πατώντας Ctrl+Shift+Esc ανοίγει η Διαχείριση Εργασιών (Task Manager),



  - ✓ Πατάς πάνω στο pokerface και μετά End task κάτω δεξιά στο παράθυρο.



Πανεπιστήμιο Πατρών, Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών
Παρασκευάς Πετσανάς του Αδαμαντίου

© Ιούλιος 2020 – Με την επιφύλαξη παντός δικαιώματος.