



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Αναγνώριση Συναισθήματος Από Φασματογράμματα Με
Χρήση Της Τεχνικής Bag of-visual Words**

Ιωάννης Μ. Βερνίκος

Επιβλέποντες: **Ευάγγελος Σπύρου. Επίκουρος Καθηγητής**
Γεώργιος Σταμούλης. Καθηγητής

ΛΑΜΙΑ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2019

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αναγνώριση Συναισθήματος Από Φασματογράμματα Με Χρήση Της Τεχνικής Bag of-
Visual Words

Ιωάννης Μ. Βερνίκος

A.M.: 2113022

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ: Ευάγγελος Σπύρου. Επίκουρος Καθηγητής
Γεώργιος Σταμούλης. Καθηγητής

Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις (1). που προβλέπονται από τις διατάξεις της παρ. 6 του άρθρου 22 του Ν. 1599/1986. δηλώνω ότι:

1. Δεν παραθέτω κομμάτια βιβλίων ή άρθρων ή εργασιών άλλων αυτολεξεί χωρίς να τα περικλείω σε εισαγωγικά και χωρίς να αναφέρω το συγγραφέα, τη χρονολογία και τη σελίδα. Η αυτολεξεί παράθεση χωρίς αναφορά στη πηγή είναι λογοκλοπή. Πέραν της αυτολεξεί παράθεσης, λογοκλοπή θεωρείται και η παράφραση εδαφίων από έργα άλλων. συμπεριλαμβανομένων και έργων συμφοιτητών μου, καθώς και η παράθεση στοιχείων που άλλοι συνέλεξαν ή επεξεργάστηκαν. χωρίς αναφορά στην πηγή. Αναφέρω πάντοτε με πληρότητα την πηγή κάτω από πίνακα ή σχέδιο, όπως στα παραθέματα.

2. Δέχομαι ότι η αυτολεξεί παράθεση χωρίς εισαγωγικά, ακόμα και αν συνοδεύεται από αναφορά στην πηγή σε κάποιο σημείο του κειμένου ή στο τέλος του. είναι αντιγραφή. Η αναφορά στην πηγή στο τέλος π.χ. μιας παραγράφου ή μιας σελίδας, δεν δικαιολογεί συρραφή εδαφίων έργου άλλου συγγραφέα. έστω και παραφρασμένων. και παρουσιάσή τους ως δική μου εργασία.

3. Δέχομαι ότι υπάρχει επίσης περιορισμός στο μέγεθος και στη συχνότητα των παραθεμάτων που μπορώ να εντάξω στην εργασία μου εντός εισαγωγικών. Κάθε μεγάλο παράθεμα (π.χ. σε πίνακα ή πλαίσιο, κλπ). προϋποθέτει ειδικές ρυθμίσεις. και όταν δημοσιεύεται προϋποθέτει την άδεια του συγγραφέα ή του εκδότη. Το ίδιο και οι πίνακες και τα σχέδια.

4. Δέχομαι όλες τις συνέπειες σε περίπτωση λογοκλοπής ή αντιγραφής. (1) «Όποιος εν γνώσει του δηλώνει ψευδή γεγονότα ή αρνείται ή αποκρύπτει τα αληθινά με έγγραφη υπεύθυνη δήλωση του άρθρου 8 παρ. 4 Ν. 1599/1896 τιμωρείται με φυλάκιση τουλάχιστον τριών μηνών. Εάν ο υπαίτιος αυτών των πράξεων σκόπευε να προσπορίσει στον εαυτόν του ή σε άλλον περιουσιακό όφελος βλάπτοντας τρίτον ή σκόπευε να βλάψει άλλον, τιμωρείται με κάθειρξη μέχρι 10 ετών.»

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ένα από τα πιο σημαντικά θέματα που υπάρχουν στην αλληλεπίδραση του ανθρώπου με τον υπολογιστή, είναι η αναγνώριση της συναισθηματικής κατάστασης του ατόμου. Σε πολλές εφαρμογές στην καθημερινότητα μας όπως η αξιολόγηση της συναισθηματικής κατάστασης ενός παιδιού αλλά και οπου χρειάζεται η παρατήρηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς, είναι αναγκαία να γίνεται με έναν τρόπο που δεν θα τον ενοχλεί αλλά και δεν θα του αποσπά την προσοχή. Αυτό μπορούμε να το καταφέρουμε χρησιμοποιώντας αισθητήρες που καταγράφουν τον ήχο ή την εικόνα, με αποτέλεσμα η παρακολούθηση του να μπορεί γίνει χωρίς κάποια συσκευή να έρχεται σε επαφή μαζί του.

Σε αυτήν εδώ την εργασία σκοπός μας είναι, να αναγνωρίσουμε την συναισθηματική κατάσταση του ανθρώπου, χρησιμοποιώντας μη γλωσσικές πληροφορίες που περιέχει η ομιλία. Τέτοιες πληροφορίες είναι οι ακουστικές ιδιότητες της ομιλίας. Για αυτόν τον λόγο προτείνουμε την ταξινόμηση των συναισθημάτων με την μέθοδο του Bag-of-Visual Words που έχει εφαρμοστεί σε πολλές εργασίες της υπολογιστικής όρασης. Για την αναγνώριση των συναισθημάτων, χρησιμοποιούμε ένα τμήμα ήχου, που το μετατρέπουμε σε φασματογράφημα. Μέσα από τα φασματογράφημα εξάγουμε τα SURF χαρακτηριστικά, που τα χρησιμοποιούμε για να κατασκευάσουμε ένα οπτικό λεξικό. Έπειτα παράγουμε ένα ιστόγραμμα για κάθε εικόνα το οποίο το χρησιμοποιούμε για την εκπαίδευση του ταξινομητή SVM(Μηχανές υποστήριξης διανυσμάτων). Για την αξιολόγηση της μεθόδου θα χρησιμοποιήσουμε 3 δημόσιες βάσεις δεδομένων που περιέχουν ομιλία από 3 διαφορετικές γλώσσες, μία τεχνητή βάση δεδομένων που περιέχει ομιλία από ταινίες στην αγγλική γλώσσα και τέλος, ένα τεχνητό σύνολο δεδομένων που κατασκευάστηκε κατά την διάρκεια ενός πειράματος σε παιδιά γυμνασίου, με πραγματική ομιλία.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Μηχανική μάθηση

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: : Μηχανές υποστήριξης διανυσμάτων. Bag Of Visual Words. K-μέσος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την διεκπεραίωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά. όλους τους συνεργάτες στο Εργαστήριο Υπολογιστικής Ευφυΐας του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε Δημόκριτος, για την υποστήριξη και την βοήθεια που μου δώσανε, τον καθηγητή κύριο Γεώργιο Σταμούλη για την υποστήριξη που μου παρείχε, και τέλος τον καθηγητή μου κύριο Ευάγγελο Σπύρου που χωρίς την βοήθεια του, και την καθοδήγηση του η υλοποίηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	21
1.1 Περιγραφή Προβλήματος.....	21
1.2 Σκοπός της εργασίας	21
2. ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	23
2.1 Μη γλωσσικές προσεγγίσεις την αναγνώριση συναισθήματος.....	23
2.2 Αναγνώριση Συναισθήματος Στην Εκπαίδευση.....	25
3. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	27
3.1 Εισαγωγή.....	27
3.2 K-means	27
3.3 Bag of words	28
3.4 Φασματογραφήματα.....	29
3.5 SVM(Μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης)	32
3.6 Αναγνώριση συναισθήματος με την μέθοδο BoVW.....	34
4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	37
4.1 Εισαγωγή.....	37
4.2 Βάσεις Δεδομένων.....	37
4.2.1 Βάσεις Δεδομένων Από Ηθοποιούς.....	37
4.2.2 Βασή δεδομένων Από Ταινίες.....	38
4.2.3 Βάση Δεδομένων Από Πείραμα Σε Σχολική Τάξη.....	38
4.3 Ανάλυση Των Πειραμάτων	39
4.4 Αποτελέσματα.....	40
4.4.1 Αποτελέσματα 1 Πειράματος	40
4.4.2 Αποτελέσματα 2 Πειράματος	55
4.4.3 Αποτελέσματα 3 πειράματος.....	67

4.5 Σύγκριση αποτελεσμάτων με μία βασική γραμμή	85
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ.....	88
ΑΝΑΦΟΡΕΣ	90

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

- Εικόνα 1: Παράδειγμα ομαδοποίησης του kmeans. Οι αριθμητικοί μέσοι επισημαίνονται χρησιμοποιώντας μεγαλύτερα, σύμβολα.....28
- Εικόνα 2 Παράδειγμα ψευδοχρωματισμένων εικόνων για κάθε συναίσθημα που έχει δημιουργηθεί απο το EMO-DB [34] σύνολο δεδομένων. Στην πρώτη σειρά έχουμε αληθινά κομμάτια ήχου, ενώ στην δεύτερη σειρά, κομμάτια ήχου με την προσθήκη θορύβου.30
- Εικόνα 3 Παράδειγμα ψευδοχρωματισμένων εικόνων για κάθε συναίσθημα που έχει δημιουργηθεί απο το EMOVO[32] σύνολο δεδομένων. Στην πρώτη σειρά έχουμε αληθινά κομμάτια ήχου, ενώ στην δεύτερη σειρά, κομμάτια ήχου με την προσθήκη θορύβου. .31
- Εικόνα 4 Παράδειγμα ψευδοχρωματισμένων εικόνων για κάθε συναίσθημα που έχει δημιουργηθεί απο το SAVEE[33] σύνολο δεδομένων. Στην πρώτη σειρά έχουμε αληθινά κομμάτια ήχου, ενώ στην δεύτερη σειρά, κομμάτια ήχου με την προσθήκη θορύβου. .31
- Εικόνα 5 Παράδειγμα ψευδοχρωματισμένων εικόνων για κάθε συναίσθημα που έχει δημιουργηθεί απο το MOVIES σύνολο δεδομένων. Στην πρώτη σειρά έχουμε αληθινά κομμάτια ήχου, ενώ στην δεύτερη σειρά, κομμάτια ήχου με την προσθήκη θορύβου. .32
- Εικόνα 6 Υπερεπιπέδο με μέγιστο περιθώριο. και περιθώρια για έναν svm εκπαιδευμένο απο 2 κλάσεις. Οι κλάσεις στα περιθώρια αποτελούν τα υποστηρικτικά διανύσματα....33
- Εικόνα 7 Μια οπτική επισκόπηση του προτεινόμενου συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων.36

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 Πειραματικά αποτελέσματα αναγνώρισης συναισθήματος, χρησιμοποιώντας έναν ομιλητή για δοκιμή. και τους υπόλοιπους για εκπαίδευση.	41
Πίνακας 2: ο καλύτερος Πίνακας σύγχυσης για το epono_f2 με μέγεθος λεξικού 700, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.....	41
Πίνακας 3: ο καλύτερος Πίνακας σύγχυσης για το epono_f2 με μέγεθος λεξικού 100, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.....	42
Πίνακας 4: ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για το epono_f3 με μέγεθος λεξικού 1300, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.....	42
Πίνακας 5: ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για το epono_f3 με μέγεθος λεξικού 600, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.....	42
Πίνακας 6: ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για το epono_m1 με μέγεθος λεξικού 100, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.....	42
Πίνακας 7:ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για το epono_m1 με μέγεθος λεξικού 1500 .στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.....	43
Πίνακας 8: ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για το epono_m2 με μέγεθος λεξικού 1000, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.....	43
Πίνακας 9: ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για το epono_m2 με μέγεθος λεξικού 1200, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.....	43
Πίνακας 10: ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για το epono_m3 με μέγεθος λεξικού 600, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.....	43
Πίνακας 11: ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για το epono_m3 με μέγεθος λεξικού 1200, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.....	44
Πίνακας 12: ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για το emoDB_03 με μέγεθος λεξικού 1100, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.....	44
Πίνακας 13: ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για το EmoDB_08 με μέγεθος λεξικού 1300, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.....	44
Πίνακας 14: ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για το emoDB_08 με μέγεθος λεξικού 1300, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.....	44
Πίνακας 15: ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για το EmoDB_10 με μέγεθος λεξικού 1100, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.....	45

Πίνακας 16: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emoDB_10 με μέγεθος λεξικού 800 στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.....	45
Πίνακας 17: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το EmoDB_11 με μέγεθος λεξικού 100 στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.....	45
Πίνακας 18: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emoDB_11 με μέγεθος λεξικού 1000 στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.....	45
Πίνακας 19: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το EmoDB_14 με μέγεθος λεξικού 1400 στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.....	46
Πίνακας 20: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emoDB_16 με μέγεθος λεξικού 100 στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.....	46
Πίνακας 21: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το savee_DC με μέγεθος λεξικού 300 στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.....	46
Πίνακας 22: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το savee_DC με μέγεθος λεξικού 500 στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.....	46
Πίνακας 23: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το savee_JE με μέγεθος λεξικού 100, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.....	47
Πίνακας 24: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emono_JE με μέγεθος λεξικού 1200, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.....	47
Πίνακας 25: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το savee_JK με μέγεθος λεξικού 400, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.....	47
Πίνακας 26: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το savee_JK με μέγεθος λεξικού 1300, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.....	47
Πίνακας 27: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το savee_KL με μέγεθος λεξικού 200, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.....	48
Πίνακας 28: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Savee_KL με μέγεθος λεξικού 100, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.....	48
Πίνακας 29: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(700) του emono_f2 χωρίς θόρυβο.....	48
Πίνακας 30: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(100) του emono_f2 με θόρυβο.....	49

Πίνακας 31: precision (p)/recall (r)/F1 score για κάθε συναίσθημα . για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1300) του emono_f3 χωρίς θόρυβο.	49
Πίνακας 32 precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα .για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(600) του emono_f3 με θόρυβο.....	49
Πίνακας 33 precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(100) του emono_m1 χωρίς θόρυβο.	49
Πίνακας 34: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1500) του emono_m1 με θόρυβο.....	50
Πίνακας 35: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1000) του emono_m2 χωρίς θόρυβο.	50
Πίνακας 36 precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1200) του emono_m2 με θόρυβο.....	50
Πίνακας 37: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(600) του emono_m3 χωρίς θόρυβο.	50
Πίνακας 38: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1200) του emono_m3 με θόρυβο.....	51
Πίνακας 39: Precision (P)/Recall (R)/F1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1100) του emoDB_03 με θόρυβο.	51
Πίνακας 40: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1300) του EmoDB_08 χωρίς θόρυβο.	51
Πίνακας 41: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1300) του emoDB_08 με θόρυβο.	51
Πίνακας 42: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1100) του EmoDB_10 χωρίς θόρυβο.	52
Πίνακας 43: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(800) του emoDB_10 με θόρυβο.	52
Πίνακας 44: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(100) του EmoDB_11 χωρίς θόρυβο.	52
Πίνακας 45: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1000) του emoDB_11 με θόρυβο.	52

Πίνακας 46: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1400) του EmoDB_14 χωρίς θόρυβο.	53
Πίνακας 47: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(100) του emoDB_16 με θόρυβο.	53
Πίνακας 48: precision (r)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(300) του savee_DC χωρίς θόρυβο.	53
Πίνακας 49: precision (p)/recall (R)/f1 score για κάθε συναίσθημα .για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(500) του savee_DC με θόρυβο.....	53
Πίνακας 50: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(100) του savee_JE χωρίς θόρυβο.	54
Πίνακας 51: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα .για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1200) τουSavee_JE με θόρυβο.	54
Πίνακας 52: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(400) του savee_JK χωρίς θόρυβο.	54
Πίνακας 53: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(200) του savee_KL χωρίς θόρυβο.	54
Πίνακας 54: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα .για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(100) του savee_KL με θόρυβο.	55
Πίνακας 55:ο καλύτερος μέσος f1 και καλύτερο λεξιλόγιο για κάθε ένα από τα παρακάτω πειράματα.....	56
Πίνακας 56: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emono-emoDB με μέγεθος λεξικού 1400, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.....	56
Πίνακας 57: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emono-emoDB με μέγεθος λεξικού 1400, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	57
Πίνακας 58: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emono_monies με μέγεθος λεξικού 1000, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.....	57
Πίνακας 59: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emono_monies με μέγεθος λεξικού 100, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	57
Πίνακας 60: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emono-Savee με μέγεθος λεξικού 1100, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.....	57

Πίνακας 61: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emono-Savee με μέγεθος λεξικού 300, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	58
Πίνακας 62: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emono με μέγεθος λεξικού 600, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.	58
Πίνακας 63: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emono με μέγεθος λεξικού 1000, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	58
Πίνακας 64: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το monies-emoDB με μέγεθος λεξικού 700, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.	58
Πίνακας 65: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το monies-emoDB με μέγεθος λεξικού 1500, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	59
Πίνακας 66: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το savee-emoDB με μέγεθος λεξικού 600, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.	59
Πίνακας 67: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το savee-emoDB με μέγεθος λεξικού 1500, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	59
Πίνακας 68: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emoDB με μέγεθος λεξικού 1100, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.	59
Πίνακας 69: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emoDB με μέγεθος λεξικού 1500, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	60
Πίνακας 70: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το monies-Savee με μέγεθος λεξικού 900, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.	60
Πίνακας 71: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το monies-savee με μέγεθος λεξικού 1500, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	60
Πίνακας 72: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το monies με μέγεθος λεξικού 500, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.	60
Πίνακας 73: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το monies με μέγεθος λεξικού 1200, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	61
Πίνακας 74: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το savee με μέγεθος λεξικού 200, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.	61
Πίνακας 75: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το savee με μέγεθος λεξικού 1500, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	61

Πίνακας 76: ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για τα παιδιά. με μέγεθος λεξικού 1100, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	61
Πίνακας 77: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1400) του emono-emoDB χωρίς θόρυβο.	62
Πίνακας 78: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1400) του emono-emoDB με θόρυβο.	62
Πίνακας 79: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1000) του emono_Movies χωρίς θόρυβο.	62
Πίνακας 80: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(100) του emono_Movies με θόρυβο.	63
Πίνακας 81: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1100) του emono-Savee χωρίς θόρυβο.	63
Πίνακας 82: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(300) του emono-Savee με θόρυβο.	63
Πίνακας 83: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(600) του emono χωρίς θόρυβο.	63
Πίνακας 84: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1000) του emono με θόρυβο.	64
Πίνακας 85: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(700) του emoDB-Movies χωρίς θόρυβο.	64
Πίνακας 86: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1500) του emoDB-Movies με θόρυβο.	64
Πίνακας 87: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(600) του emoDB_Savee χωρίς θόρυβο.	64
Πίνακας 88: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1500) του emoDB_Savee με θόρυβο.	65
Πίνακας 89: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1100) του emoDB χωρίς θόρυβο.	65
Πίνακας 90: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1500) του emoDB με θόρυβο.	65

Πίνακας 91: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(900) του movies-savee χωρίς θόρυβο.....	65
Πίνακας 92: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1500) του movies-savee με θόρυβο.	66
Πίνακας 93: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(500) του movies χωρίς θόρυβο.	66
Πίνακας 94: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1200) του movies με θόρυβο.	66
Πίνακας 95: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(200) του savee χωρίς θόρυβο.	66
Πίνακας 96: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1500) του savee με θόρυβο.....	67
Πίνακας 97: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1100) των kids.....	67
Πίνακας 98 πίνακας με το καλύτερο μεσο F1 και το καλύτερο λεξιλόγιο για κάθε πείραμα που εκτελέσαμε.	68
Πίνακας 99: ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για το Temono_VemoDB με μέγεθος λεξικού 200, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.....	69
Πίνακας 100: ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για το Temono_VemoDB με μέγεθος λεξικού 200, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	69
Πίνακας 101: ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για το Temono_Vsavee με μέγεθος λεξικού 1500, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.....	69
Πίνακας 102: ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για το Temono_Vsavee με μέγεθος λεξικού 1500, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	70
Πίνακας 103: ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για το TemoDB_Vemono με μέγεθος λεξικού 800, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.	70
Πίνακας 104: ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για το TemoDB_Vemono με μέγεθος λεξικού 600, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	70
Πίνακας 105: ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για το TemoDB_Vsavee με μέγεθος λεξικού 700, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.	70

Πίνακας 106: καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το TemoDB_Vsavee με μέγεθος λεξικού 1000, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	71
Πίνακας 107: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tsavee_Vemono με μέγεθος λεξικού 1000, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.	71
Πίνακας 108: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tsavee_Vemono με μέγεθος λεξικού 1000, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	71
Πίνακας 109: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tsavee_VemoDB με μέγεθος λεξικού 900, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.	71
Πίνακας 110: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tsavee_VemoDB με μέγεθος λεξικού 1400, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	72
Πίνακας 111: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Temono_Vmonies με μέγεθος λεξικού 1300, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	72
Πίνακας 112: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Temono_Vmonies με μέγεθος λεξικού 200, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.	72
Πίνακας 113: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το TemoDB_Vmonies με μέγεθος λεξικού 500, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	72
Πίνακας 114: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το TemoDB_Vmonies με μέγεθος λεξικού 700, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.	73
Πίνακας 115: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tmonies_Vemono με μέγεθος λεξικού 1300, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	73
Πίνακας 116: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tmonies_Vemono με μέγεθος λεξικού 500, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.	73
Πίνακας 117: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tmonies_VemoDB με μέγεθος λεξικού 900, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	73
Πίνακας 118: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tmonies_VemoDB με μέγεθος λεξικού 400, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.	74
Πίνακας 119: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tmonies_Vsavee με μέγεθος λεξικού 800, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	74
Πίνακας 120: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tmonies_Vsavee με μέγεθος λεξικού 600, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.	74

Πίνακας 121: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tsavee_Vmonies με μέγεθος λεξικού 1000, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	74
Πίνακας 122: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tsavee_Vmonies με μέγεθος λεξικού 500, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.	75
Πίνακας 123: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το ValidEmono με μέγεθος λεξικού 400, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.	75
Πίνακας 124: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το ValidEmono με μέγεθος λεξικού 1300, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	75
Πίνακας 125: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το ValidEmoDB με μέγεθος λεξικού 300, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.	75
Πίνακας 126: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το ValidEmoDB με μέγεθος λεξικού 400, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	76
Πίνακας 127: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το ValidMonies με μέγεθος λεξικού 200, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.	76
Πίνακας 128: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το ValidMonies με μέγεθος λεξικού 1200, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	76
Πίνακας 129: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το ValidSavee με μέγεθος λεξικού 900, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.	76
Πίνακας 130: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το ValidSavee με μέγεθος λεξικού 400, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.	77
Πίνακας 131: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(200) του Temono_VemoDB χωρίς θόρυβο.	77
Πίνακας 132: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(200) του Temono_VemoDB με θόρυβο.	78
Πίνακας 133: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1500) του Temono_Vsavee χωρίς θόρυβο.	78
Πίνακας 134: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1500) του Temono_Vsavee με θόρυβο.	78
Πίνακας 135: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(800) του TemonoDB_Vemono χωρίς θόρυβο.	78

Πίνακας 136: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(600) του Temodb_Vemono με θόρυβο.	79
Πίνακας 137: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(700) του Temodb_Vsavee χωρίς θόρυβο.	79
Πίνακας 138: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1000) του Temodb_Vsavee με θόρυβο.	79
Πίνακας 139: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1000) του Tsavee_Vemono χωρίς θόρυβο.	79
Πίνακας 140: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1000) του Tsavee_Vemono με θόρυβο.	80
Πίνακας 141: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(900) του Tsavee_Vemodb χωρίς θόρυβο.	80
Πίνακας 142: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1400) του Tsavee_Vemodb με θόρυβο.	80
Πίνακας 143: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(200) του Temono_Vmonies χωρίς θόρυβο.	80
Πίνακας 144: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1300) του Temono_Vmonies με θόρυβο.	81
Πίνακας 145: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(700) του Temodb_Vmonies χωρίς θόρυβο.	81
Πίνακας 146: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(500) του Temodb_Vmonies με θόρυβο.	81
Πίνακας 147: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(500) του Tmonies_Vemono χωρίς θόρυβο.	81
Πίνακας 148: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1300) του Tmonies_Vemono με θόρυβο.	82
Πίνακας 149: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(400) του Tmonies_Vemodb χωρίς θόρυβο.	82
Πίνακας 150: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(900) του Tmonies_Vemodb με θόρυβο.	82

Πίνακας 151: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(600) του Tmonies_Vsavee χωρίς θόρυβο.	82
Πίνακας 152: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(800) του Tmonies_Vsavee με θόρυβο.	83
Πίνακας 153: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1400) του Tsavee_Vmonies χωρίς θόρυβο.	83
Πίνακας 154: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(500) του Tsavee_Vmonies με θόρυβο.	83
Πίνακας 155: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1300) του ValidEmono χωρίς θόρυβο.	83
Πίνακας 156: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(400) του ValidEmono με θόρυβο.	84
Πίνακας 157: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(400) του ValidEmoDB χωρίς θόρυβο.	84
Πίνακας 158: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(300) του ValidEmoDB με θόρυβο.	84
Πίνακας 159: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1200) του Tsavee_Vmonies χωρίς θόρυβο.	84
Πίνακας 160: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(200) του ValidMovies με θόρυβο.	85
Πίνακας 161: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(400) του ValidSavee χωρίς θόρυβο.	85
Πίνακας 162: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(900) του ValidSavee με θόρυβο.	85
Πίνακας 163: συγκριτικά αποτελέσματα της προτεινόμενης μεθόδου με δύο βασικές γραμμές. όσον αφορά τη βαθμολογία f1	86

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Περιγραφή Προβλήματος

Η αναγνώριση της ανθρώπινης συμπεριφοράς αποτελεί μία από τις πιο δημοφιλείς τάσεις στο ερευνητικό πεδίο της αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπου και υπολογιστή [1]. Η πλειοψηφία των εφαρμογών που μπορούν να εκμεταλλευτούν τη γνώση των ανθρωπίνων συναισθημάτων βρίσκεται ανάμεσα σε αυτήν την αλληλεπίδραση.

Κατά τα τελευταία χρόνια, έχουν προταθεί πολλές προσεγγίσεις για τη χρήση είτε αισθητήρων που έχουν τοποθετηθεί στο περιβάλλον των χρηστών (π.χ κάμερες, μικρόφωνα), είτε αισθητήρων που μπορούν να τοποθετηθούν στο ανθρώπινο σώμα. Μία από αυτές είναι η αναγνώριση των συναισθημάτων με βάση την οπτική εμφάνιση, που βασίζεται συνήθως στην αναγνώριση των χαρακτηριστικών του προσώπου. των θέσεων των χειρονομιών, των χαρακτηριστικών που εξάγονται από την κίνηση κ.λπ. [2][3]. Επιπλέον η αναγνώριση συναισθημάτων από ηχητικά δεδομένα βασίζεται στην εξαγωγή των χαρακτηριστικών του ήχου.

Σε αυτήν την περίπτωση υπάρχουν δύο κύριες κατηγορίες: η πρώτη βασίζεται σε εξαγωγή χαρακτηριστικών χαμηλού επιπέδου, ενώ η δεύτερη στην επεξεργασία πραγματικού προφορικού περιεχομένου. Τέλος όσον αφορά τους αισθητήρες σώματος, αυτοί μετρούν φυσιολογικές παραμέτρους, όπως τη θερμοκρασία του σώματος. την καρδιακή και αναπνευστική συχνότητα, τη μυϊκή δραστηριότητα, την ανταπόκριση της αγωγιμότητας του δέρματος ή ακόμη και την εγκεφαλική δραστηριότητα.

Κάθε μία από τις παραπάνω κατηγορίες έχει όμως και τα όρια της. Πολλές φορές οι άνθρωποι ενοχλούνται όταν κάποιος τους καταγράφει και νιώθουν ότι παραβιάζεται ο προσωπικός τους χώρος. Φυσικά έπειτα από κάποιον καιρό η χρήση αισθητήρων στο ανθρώπινο σώμα μπορεί να καταστεί αρκετά κουραστική. Ωστόσο, ορισμένοι αισθητήρες δεν αποδεικνύονται κουραστικοί για το ανθρώπινο σώμα. Είναι γνωστό πως οι άνθρωποι νοιάζονται λιγότερο για τα δεδομένα της ομιλίας ειδικά όταν γνωρίζουν πως τα δεδομένα αυτά δεν τυγχάνουν ανάλυσης.

1.2 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός λοιπόν της εργασίας μας είναι να αναλύσουμε φωνητικά ηχητικά χαρακτηριστικά προκειμένου να αναγνωρίσουμε την συναισθηματική κατάσταση των ανθρώπων. Πιστεύουμε πως μια τέτοια προσέγγιση, είναι λιγότερο επεμβατική στην καθημερινότητα του ανθρώπου σε σχέση με τις περιπτώσεις που προαναφέραμε. Αξιοσημείωτο είναι, πως στην προσέγγισή μας δεν βασιζόμαστε στο γλωσσικό

περιεχόμενο της ομιλίας αλλά σε φασματικά χαρακτηριστικά χαμηλού επιπέδου. Δηλαδή δεν λαμβάνεται υπόψιν η σημασιολογία του προφορικού περιεχομένου.

Η πλειονότητα των προσεγγίσεων που βασίζεται σε μη γλωσσικά χαρακτηριστικά του λόγου, χρησιμοποιεί κυρίως φασματικά ή ακουστικά χαρακτηριστικά από τα ακατέργαστα σήματα της ομιλίας. Σε αντίθεση με τις προηγούμενες προσεγγίσεις, προτείνουμε μία προσέγγιση υπολογιστικής όρασης, που θα εφαρμόζεται σε φασματογράμματα που αναπαριστούν τμήματα ήχου (ομιλίας). Η τεχνική μας βασίζεται σε μια μεθοδολογία που είναι γνωστή σαν “bag of words” (BoW) ή “bag of visual words” (BoVW) [9].

2. Σχετικές εργασίες

2.1 Μη γλωσσικές προσεγγίσεις την αναγνώριση συναισθήματος

Η αναγνώριση συναισθήματος από το μη γλωσσικό μέρος των πολυμέσων. που περιέχουν ομιλία. βασίζεται στην εξαγωγή χαρακτηριστικών χαμηλού επιπέδου. Τα τελευταία χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση κατάλληλων μοντέλων για την ταξινόμηση των υποκείμενων συναισθημάτων. Τέτοιες ερευνητικές προσπάθειες [11][12][13] σε πολλές περιπτώσεις περιλαμβάνουν. σύντηξη πολυτροπικών χαρακτηριστικών που εξάγονται από τα σήματα του οπτικοακουστικού υλικού.

Οι Wang και Guan [11] πρότειναν ένα τέτοιο σύστημα που συνδυάζει χαρακτηριστικά ήχου που εξάχθηκαν χρησιμοποιώντας την αναπαράσταση Mel-Frequency Cepstral Coefficient (MFCC), μαζί με μια μεθοδολογία αναγνώρισης προσώπου που βασιζόταν στο χρωματικό χώρο HSV. Η ακρίβεια της αναγνώρισης συναισθήματος, σύμφωνα με τους συγγραφείς. έφτασε έως και 82.14%.

Στην περίπτωση των μουσικών σημάτων, έχουν αναπτυχθεί πολλές εφαρμογές. που αποσκοπούν στην αναγνώριση των συναισθημάτων που περιέχονται σε αυτά. Οι εφαρμογές αυτές αναλύουν τα ηχητικά δεδομένα που παίρνουν από μουσικές βάσεις δεδομένων [14][15], χρησιμοποιώντας διαφορετική ιεραρχία καθώς και μη ιεραρχικές μεθόδους, προκειμένου να γίνει ανάκτηση πληροφοριών που σχετίζονται με το συναίσθημα. Έχουν χρησιμοποιηθεί γνωστοί ταξινομητές όπως για παράδειγμα τα Κρυφά Μαρκοβιανά Μοντέλα (Hidden Markov Models) ή οι Διανυσματικές Μηχανές Υποστήριξης (Support Vector Machines). για την εξαγωγή χαρακτηριστικών σε συναισθηματικές καταστάσεις.

Οι κατηγορίες των συναισθημάτων περιλαμβάνουν «κλασικά» συναισθήματα. π.χ.. φόβο. θυμό. ευτυχία. κλπ. [11][12], ή σε άλλες περιπτώσεις [16][17][18] ακολουθούν προσεγγίσεις κατηγοριοποίησης διαφορετικών διαστάσεων [19] που προέρχονται από την ψυχοφυσιολογία. Τα φασματογράμματα έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί και σε άλλα προβλήματα που σχετίζονται με την ανάλυση ήχου. όπως η ταξινόμηση [20] ή η τμηματοποίηση περιεχομένου [21], η αναγνώριση του άγχους [22], αλλά και πιο πρόσφατα η αναγνώριση συναισθημάτων με συνελκτικά νευρωνικά δίκτυα (Convolutional Neural Networks – CNNs) [4][23].

Όσον αφορά τις εφαρμογές της αναγνώρισης των συναισθημάτων στην εκπαίδευση, αυτές εστιάζουν συνήθως σε ηθικά συναισθήματα (ενοχή. τύψεις. ντροπή), τα οποία διαφέρουν από τα βασικά (θλίψη. ευτυχία κ.λπ.) [24]. Επίσης, εικονικοί

πράκτορες έχουν χρησιμοποιηθεί στο ρόλο του εκπαιδευτικού [25] οι οποίοι είχαν τη δυνατότητα να αισθανθούν την συναισθηματική κατάσταση των μαθητών. Με την αναγνώριση των συναισθημάτων, αυτοί οι πράκτορες μπορούσαν να κάνουν την αλληλεπίδραση πιο ελκυστική για τους μαθητές.

Οι Bahreini et al. [26] εξέτασαν τα πλεονεκτήματα της αναγνώρισης συναισθημάτων ομιλίας στην μάθηση εξ αποστάσεως, για τη διευκόλυνση της ομαλότερης αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπων και υπολογιστών. Ένας τύπος λογισμικού που αναπτύχθηκε για να αναγνωρίσει το συναίσθημα είναι το Framework for Improving Learning Through Webcams And Microphones (FILTWAM). Το λογισμικό αυτό παρέχει σε πραγματικό χρόνο απευθείας ανατροφοδότηση στους εκπαιδευτές για τα συναισθήματα των εκπαιδευόμενων εκπαιδευόμενοι από απόσταση, χρησιμοποιώντας αναγνώριση τόσο του προσώπου όσο και της φωνής. Σύμφωνα με τους συγγραφείς, το FILTWAM επιτρέπει τη συνεχή παρατήρηση της συμπεριφοράς των μαθητών, η οποία στη συνέχεια «μεταφράζεται» σε συναισθήματα, επιτυγχάνοντας συνολική ακρίβεια περίπου ίση με 67% [26].

Ένας άλλος τρόπος για να τον εντοπισμό των συναισθημάτων, είναι η χρήση αισθητήρων σε ευφυείς εκπαιδευτές αλλά και η χρήση λογισμικού ανίχνευσης προσώπου [26], με τη συλλογή δειγμάτων από μαθητές. Στα πειράματα που διεξήχθησαν σε αυτήν την περίπτωση για την αναγνώριση των συναισθημάτων των μαθητών, η ακρίβεια που επιτεύχθηκε άγγιξε το 60% .

Οι Kim et al. [39], πρότειναν ένα έξυπνο σύστημα για την σχολική αίθουσα , το οποίο δίνει συμβουλές σε πραγματικό χρόνο. ώστε ο δάσκαλος να μπορεί να αλλάξει τον τρόπο διδασκαλίας. Ο στόχος είναι η παρουσίασή του να καταστεί πιο αποτελεσματική. Οι προκλήσεις στην περίπτωση αυτή έγκεινται στη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος και την προσαρμογή μιας αλγοριθμικής διαδικασίας, προκειμένου να επιτραπεί η εκτέλεση σε πραγματικό χρόνο αλλά και να μετρηθούν με έγκυρο τρόπο οι εκπαιδευτικές μεταβλητές για χρήση σε διάφορους αλγόριθμους.

Τέλος, το έργο MaTHiSiS [54][55] στοχεύει στις προσωπικές ανάγκες κάθε εκπαιδευόμενου. Αυτό το εκπαιδευτικό περιβάλλον χρησιμοποιεί συσκευές ανίχνευσης όπως κάμερες, μικρόφωνα κλπ, και στοχεύει στην αφοσίωση των μαθητών στις μαθησιακές δραστηριότητες προσαρμόζοντας το επίπεδο δεξιοτήτων τους, έτσι ώστε να μειωθεί η πλήξη και το άγχος και να αυξηθεί το μαθησιακό αποτέλεσμα, λαμβάνοντας υπόψη τυχόν μαθησιακές ή σωματικές ιδιαιτερότητες.

2.2 Αναγνώριση Συναισθήματος Στην Εκπαίδευση

Υπάρχουν πολλοί ορισμοί στη βιβλιογραφία για τον όρο «συναίσθημα». Ένας από τους γενικούς αποδεκτούς, ορίζει ένα συναίσθημα ως «αντίδραση στα ερεθίσματα που μπορεί να διαρκέσει για δευτερόλεπτα ή λεπτά» [41]. Επιπλέον, η εκπαίδευση αποτελεί μια συναισθηματική διαδικασία για όλα τα εμπλεκόμενα μέρη (μαθητής, δάσκαλος, γονέας), ενώ τα συναισθήματα εμπλέκονται σε κάθε πτυχή των διαδικασιών διδασκαλίας και μάθησης.

Προκειμένου να δημιουργηθεί ένα περιβάλλον συνεργασίας, οι εκπαιδευτικοί, προσπαθούν να κατανοήσουν τις εμπειρίες των μαθητών τους. τις προηγούμενες γνώσεις αλλά και τα τρέχοντα συναισθήματά τους. Η κατανόηση αυτή θα μπορούσε να προσφέρει στους εκπαιδευτικούς τα απαραίτητα εργαλεία για να δημιουργήσουν συναρπαστικά και ολοκληρωμένα μαθήματα για να εκπληρώσουν τους εκπαιδευτικούς τους στόχους [42].

Η συναισθηματική κατάσταση των μαθητών μπορεί να επηρεάσει την συγκέντρωσή τους, την ποιότητα των πληροφοριών που λαμβάνουν και επεξεργάζονται, τις δεξιότητές τους για την επίλυση προβλημάτων καθώς και τις ικανότητες τους στη λήψη αποφάσεων [43], [44]. Ως εκ τούτου, αντί να δίνεται έμφαση σε τεστ γνώσεων και στα αποτελέσματα τους, οι εκπαιδευτικοί που θέλουν να διαμορφώσουν την διδασκαλία τους, στοχεύουν στη μετατροπή της έτσι ώστε να αντανakλούν τις ανάγκες των μαθητών και τα συναισθήματά τους.

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια πληθώρα ερευνητικών εργασιών οι οποίες αναλύουν την σημαντικότητα της αναγνώρισης συναισθήματος σε διαφορετικές επιστημονικές περιοχές (π.χ. ψυχολογία, τεχνητή νοημοσύνη, εκπαίδευση κλπ.). Έχουν αναπτυχθεί διάφοροι τύποι λογισμικών σε μια προσπάθεια αυτόματης αναγνώρισης και ανάλυσης του συναισθήματος μέσω των εκφράσεων του προσώπου, του λόγου μέσω αισθητήρων καθώς και με χειρονομίες των χεριών και του σώματος.

Τελευταία έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην αναγνώριση των συναισθημάτων κατά τη διάρκεια συγκεκριμένων καταστάσεων όπως της διαδικασίας της εκπαίδευσης, έτσι ώστε να μπορέσει βελτιωθεί η απόδοση των εκπαιδευόμενων. Μέσα από διάφορες ερευνητικές προσεγγίσεις των τελευταίων χρόνων, βρέθηκαν στοιχεία που δείχνουν ότι ορισμένα συναισθήματα υποστηρίζουν τις διαδικασίες μάθησης, ενώ άλλα συναισθήματα τις καταστέλλουν [43]. Άλλα ερευνητικά έργα έδειξαν ότι οι σπουδαστές και οι εκπαιδευτικοί με θετικά συναισθήματα μπορούν να παράγουν καλύτερες ιδέες και να οδηγήσουν σε ένα καλύτερο αποτέλεσμα. Τα θετικά συναισθήματα ενισχύουν το κίνητρο,

ενώ τα αρνητικά συναισθήματα μπορούν να μειώσουν την λειτουργική μνήμη [45]. Τα συναισθήματα επηρεάζουν επίσης τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί ο εγκέφαλος. Έχει επίσης βρεθεί [48] ότι όταν ένας εκπαιδευόμενος βρίσκεται σε κατάσταση άγχους, ένα μεγάλο μέρος του εγκεφάλου «κλείνει» και ο εγκέφαλος τίθεται σε μια «κατάσταση επιβίωσης» και οδηγείται σε συναισθήματα όπως η αμυντικότητα [49]. Με αυτόν τον τρόπο καθίσταται σαφές ότι ο τρόπος λειτουργίας του εγκεφάλου ενός μαθητή μπορεί να επηρεάσει τον τρόπο με τον οποίο μαθαίνουν και προσαρμόζονται στο σχολικό περιβάλλον.

3. Προτεινόμενη Μεθοδολογία

3.1 Εισαγωγή

Στις επόμενες ενότητες, θα εστιάσουμε στο μοντέλο Bag-of-Visual Words, στο οποίο και βασίζεται η παρούσα εργασία. Επίσης, περιγράψουμε τη διαδικασία δημιουργίας φασματογραφημάτων και παρουσιάζουμε την προτεινόμενη μεθοδολογία αναγνώρισης συναισθημάτων, βασισμένη στην υπολογιστική όραση.

3.2 K-means

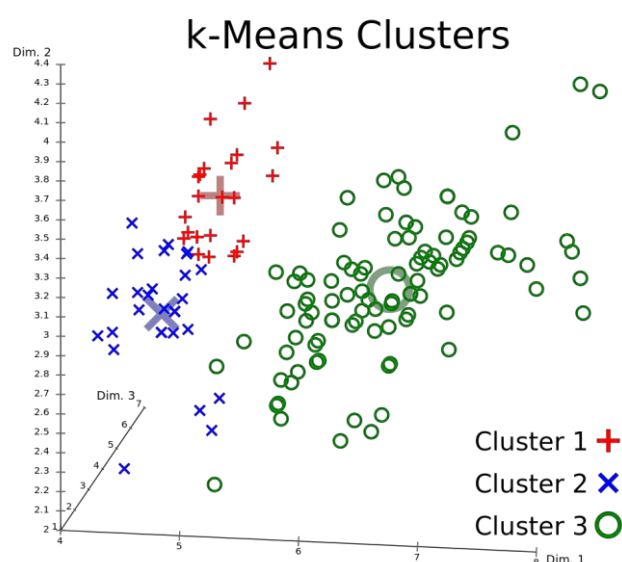
Ο αλγόριθμος του k-means που προτάθηκε από τον (MacQueen, 1967)[59] είναι μια μέθοδος για τον διαχωρισμό των δεδομένων σε k ομάδες. Τα βήματα του αλγορίθμου είναι τα εξής:

- Επιλέγει τυχαία αριθμητικά κέντρα καθώς και τον αριθμό των ομάδων που μπορεί να υπάρξουν.
- Κάθε παρατήρηση εντάσσεται στο κοντινότερο αριθμητικό κέντρο.
- Κάθε ομάδα αλλάζει τον αριθμητικό του μέσο, για να μπορεί να έχει έναν αριθμητικό μέσο των παρατηρήσεων του.

$$c_i = \frac{1}{|S_i|} \sum_{x_i \in S_i} x_i$$

Για τον υπολογισμό του αριθμητικού μέσου χρησιμοποιείται η παραπάνω εξίσωση, όπου S_i το σύνολο των παρατηρήσεων σε μία ομάδα και c_i ο αριθμητικός μέσος μιας ομάδας.

Για τον υπολογισμό των αριθμών των ομάδων, υπάρχουν αρκετοί τρόποι. Ένας εξ αυτών είναι η μέθοδος που χρησιμοποιεί ο Peleg et al.[60], όπου η ομάδα διασπάται, υπολογίζοντας το μπεύσιανό κριτήριο πληροφοριών. Στην περίπτωση μας θα εστιάσουμε στην κατηγοριοποίηση παρά στην σωστή ομαδοποίηση και θα χρησιμοποιήσουμε έναν άλλο τρόπο για εύρεση των αριθμών των ομάδων. Για αυτόν τον λόγο τρέχουμε τον αλγόριθμο k -μέσων αρκετές φορές με διαφορετικό αριθμό ομάδων αλλά και με διαφορετικούς αριθμητικούς μέσους. Επιλέγουμε την τελική ομαδοποίηση με βάση το χαμηλότερο ρίσκο που μπορούμε να έχουμε στην κατηγοριοποίηση. Παρακάτω μπορούμε να δούμε το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας στην Εικόνα 1.



Εικόνα 1: Παράδειγμα ομαδοποίησης του kmeans. Οι αριθμητικοί μέσοι επισημαίνονται χρησιμοποιώντας μεγαλύτερα, σύμβολα.

3.3 Bag of words

Η προέλευση του μοντέλου Bag-of-Words (BoW) ξεκινά από τη δεκαετία του 1950. με την εφαρμογή του στο πεδίο της ανάλυσης εγγράφων κειμένου [27], στην περίπτωση αυτή. η κύρια ιδέα ήταν να περιγράψει ένα έγγραφο κειμένου (είτε στο σύνολό του είτε ένα μικρό μέρος του), χρησιμοποιώντας ένα ιστόγραμμα που κατασκευάζεται με βάση τις συχνότητες που εμφανίζονται οι λέξεις. Αυτή η ιδέα υιοθετείται στα μέσα της δεκαετίας του 2000 από την επιστημονική κοινότητα της υπολογιστικής όρασης. Σημαντικά παραδείγματα προβλημάτων που επιλύονται με την προαναφερθείσα τεχνική περιλαμβάνουν την ταξινόμηση εικόνων, την αναγνώριση αντικειμένου/σκηνής [28] κτλ. Το μοντέλο που έχουμε υιοθετήσει αναφέρεται συχνά ως το μοντέλο "Bag-of-Visual Words" (BoVW).

Το BoVW είναι ένα μοντέλο με ελάχιστη επίβλεψη, βασισμένο στην έννοια του «οπτικού λεξικού». Ένα οπτικό λεξικό είναι στην πραγματικότητα ένα σύνολο υποδειγματικών εικόνων που συνήθως αναφέρονται ως «οπτικές λέξεις». Χρησιμοποιώντας ένα τέτοιο λεξικό, μια εικόνα μπορεί να περιγραφεί με βάση αυτές τις λέξεις. Για να δημιουργηθεί ένα κατάλληλο οπτικό λεξικό. θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα μεγάλο σύνολο αντιπροσωπευτικών εικόνων της περιοχής ενδιαφέροντος, οι οποίες θα συνδέονται στενά με το πρόβλημα προς επίλυση. Μια προσέγγιση ομαδοποίησης, είναι ο αλγόριθμος k -means ο οποίος εφαρμόζεται στα χαρακτηριστικά που έχουν εξαχθεί. Τα αριθμητικά κέντρα επιλέγονται στη συνέχεια ως λέξεις που αποτελούν το

οπτικό λεξιλόγιο. Το μέγεθος N του οπτικού λεξικού τυπικά προσδιορίζεται ευρετικά. έπειτα από μια επαναληπτική διαδικασία δοκιμασίας και σφάλματος ή με εκτεταμένη αξιολόγηση διαφόρων μεγεθών λεξικού. Πρέπει να σημειωθεί ότι το οπτικό λεξικό δρα ως μέσο ποσοτικοποίησης του χώρου χαρακτηριστικών που αποτελείται από τους τοπικά εξαγόμενους περιγραφείς, οι οποίοι κατά συνέπεια κβαντοποιούνται στην πλησιέστερη λέξη τους.

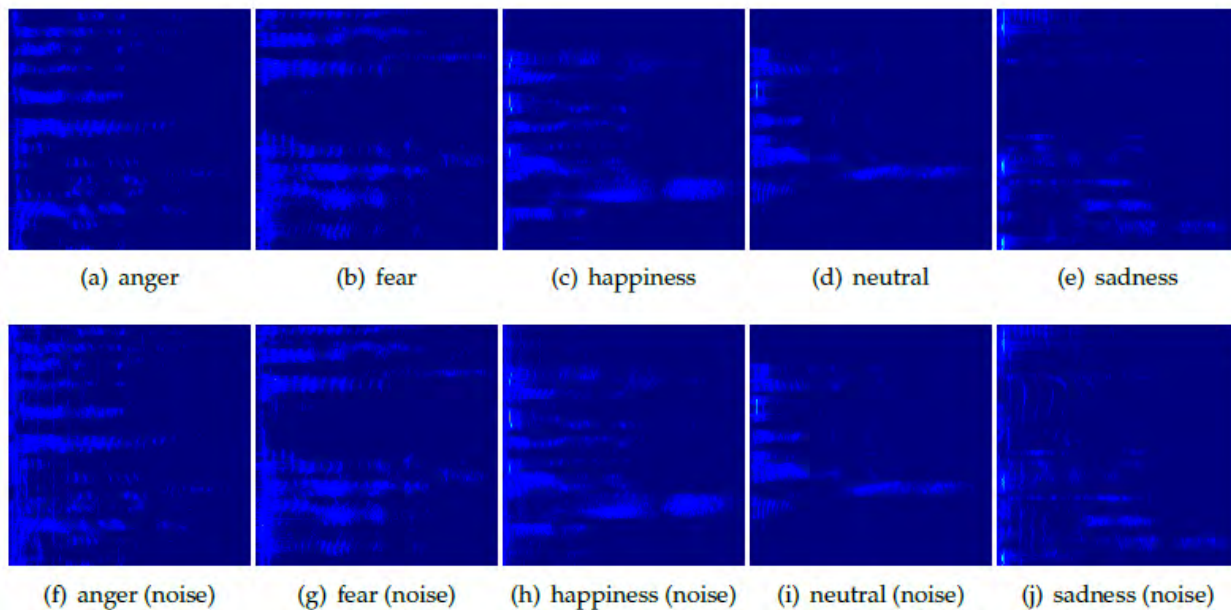
Πιο συγκεκριμένα, κάθε εικόνα περιγράφεται από ένα διάνυσμα χαρακτηριστικών (ιστόγραμμα) που αποτελείται από τις συχνότητες εμφάνισης των λέξεων στο οπτικό λεξικό. Για να κατασκευαστεί μια τέτοια περιγραφή, πρώτα τα χαρακτηριστικά εξάγονται χρησιμοποιώντας την ίδια μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της διαδικασίας κατασκευής του λεξικού, π.χ. την ίδια περιγραφή, με τις ίδιες παραμέτρους κλπ. Έπειτα κάθε χαρακτηριστικό «μεταφράζεται», στην πλησιέστερη οπτική λέξη του λεξικού, χρησιμοποιώντας κατάλληλη μετρική. Η πλειονότητα των προσεγγίσεων υιοθετεί τη γνωστή Ευκλείδεια απόσταση. Με αυτό τον τρόπο εξάγεται ένα ιστόγραμμα οπτικών λέξεων και στη συνέχεια χρησιμοποιείται για την περιγραφή ολόκληρης της εικόνας. Στην πράξη, σε ένα διάνυσμα χαρακτηριστικών διάστασης $1 \times N$, κάθε στοιχείο του αντιστοιχεί σε μια οπτική λέξη, ενώ η τιμή του υποδηλώνει τη συχνότητα εμφάνισης αυτής της λέξης σε ολόκληρη την εικόνα.

Πρέπει να σημειωθεί πως ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα του BoVW είναι ότι παρέχει μια αναπαράσταση σταθερού μεγέθους της εικόνας, ανεξάρτητη από τον αριθμό των χαρακτηριστικών που έχουν αρχικά εξαχθεί. Αυτή η ιδιότητα είναι σημαντική, δεδομένου ότι σε πολλές ευρέως χρησιμοποιούμενες προσεγγίσεις εξαγωγής χαρακτηριστικών όπως η εξαγωγή σημαντικών σημείων, ο αριθμός των χαρακτηριστικών ποικίλει ανάλογα με το περιεχόμενο της εικόνας που συχνά δυσχεραίνει τη χρήση τους με διάφορα μοντέλα. Σε αντίθεση με αυτή την περίπτωση, τα σταθερά διανύσματα χαρακτηριστικών, που παράγονται από το BoVW μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν για την εκπαίδευση αρκετών πολύ γνωστών ταξινομητών και μοντέλων, όπως τα νευρωνικά δίκτυα και οι μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης.

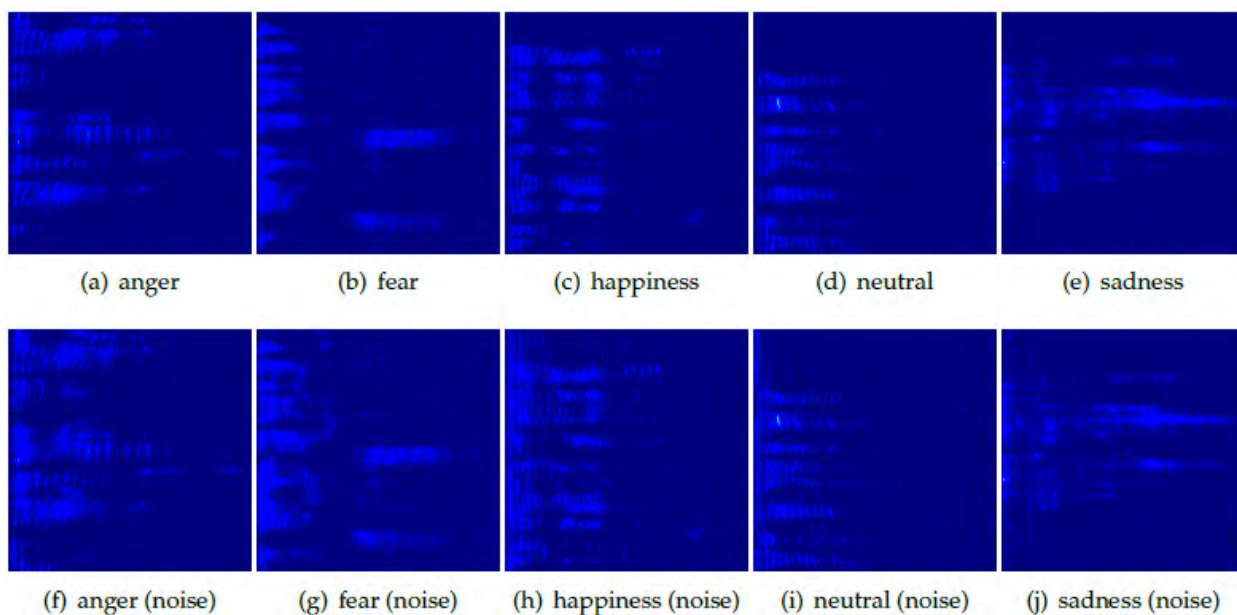
3.4 Φασματογράμματα

Προχωρώντας στη δημιουργία των φασματογραμμάτων, πρώτα εξάγουμε ένα τμήμα μήκους t_s δευτερολέπτων από οποιοδήποτε ακουστικό δείγμα. Αυτό το κομμάτι επιλέγεται τυχαία από ολόκληρο το δείγμα. Στη συνέχεια, εφαρμόζουμε το μετασχηματισμό Short-Time Fourier Transform (STFT) στο αρχικό σήμα.

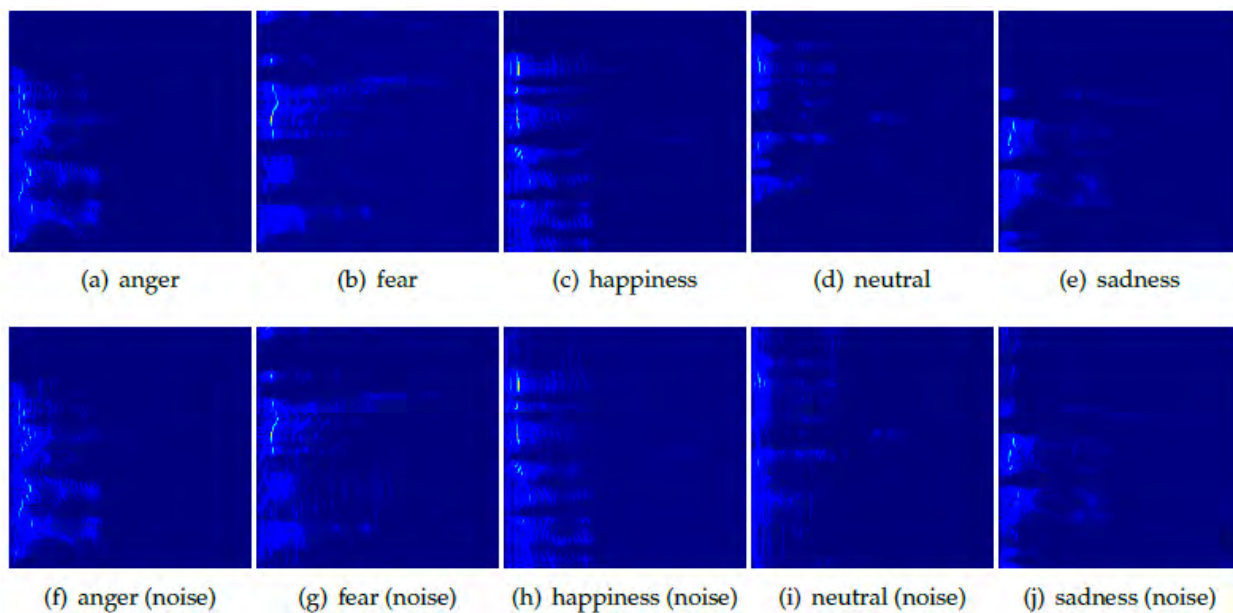
Χρησιμοποιούμε βραχυπρόθεσμα παράθυρα σταθερού μεγέθους t_w και βήματος t_s . Στις Εικόνες 2 – 5 απεικονίζονται ψευδοχρωματισμένες εικόνες φασματογραμμάτων από 5 συναισθήματα, τα οποία και έχουν χρησιμοποιηθεί στην πειραματική αξιολόγηση της παρούσας εργασίας. Προκειμένου να αξιολογηθεί η προσέγγισή μας παρουσία θορύβου, προτού εξάγουμε τα φασματογράμματα για κάθε δείγμα εκπαίδευσης, προσθέσαμε έναν ήχο (μουσική) στο υποβάθρο διατηρώντας τρεις διαφορετικούς λόγους σήματος προς θόρυβο (SNRs) (5, 4 και 3) για την αποκοπή του αρχικού ηχητικού δείγματος.



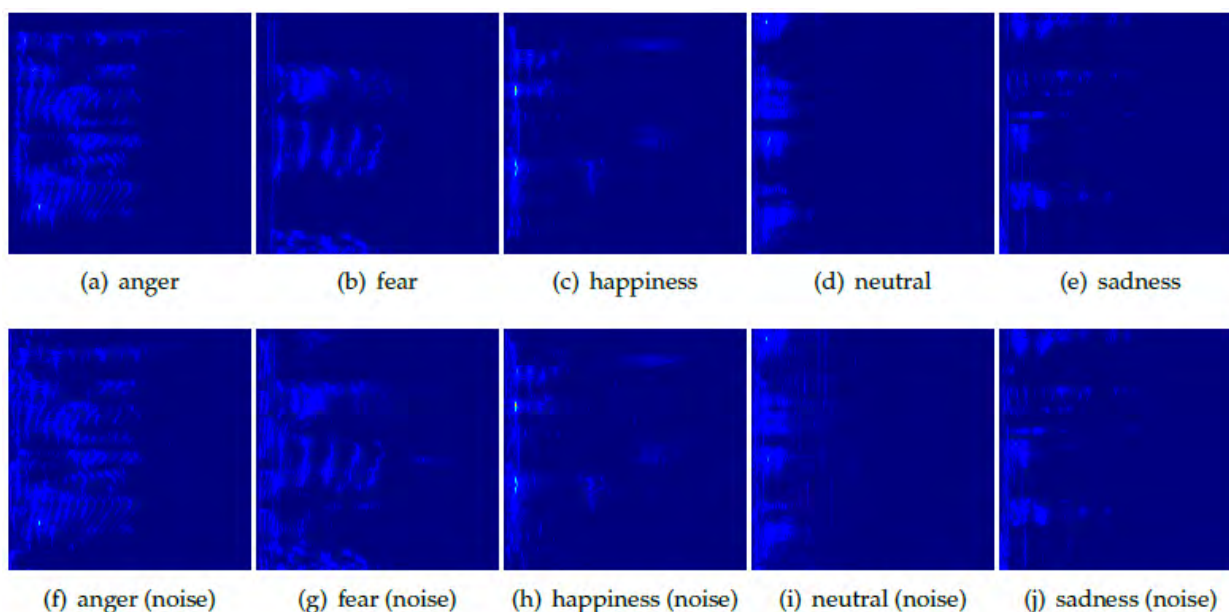
Εικόνα 2 Παράδειγμα ψευδοχρωματισμένων εικόνων για κάθε συναίσθημα που έχει δημιουργηθεί από το EMO-DB [34] σύνολο δεδομένων. Στην πρώτη σειρά έχουμε αληθινά κομμάτια ήχου, ενώ στην δεύτερη σειρά, κομμάτια ήχου με την προσθήκη θορύβου.



Εικόνα 3 Παράδειγμα ψευδοχρωματισμένων εικόνων για κάθε συναίσθημα που έχει δημιουργηθεί απο το EMOVO[32] σύνολο δεδομένων. Στην πρώτη σειρά έχουμε αληθινά κομμάτια ήχου, ενώ στην δεύτερη σειρά, κομμάτια ήχου με την προσθήκη θορύβου.



Εικόνα 4 Παράδειγμα ψευδοχρωματισμένων εικόνων για κάθε συναίσθημα που έχει δημιουργηθεί απο το SAVEE[33] σύνολο δεδομένων. Στην πρώτη σειρά έχουμε αληθινά κομμάτια ήχου, ενώ στην δεύτερη σειρά, κομμάτια ήχου με την προσθήκη θορύβου.



Εικόνα 5 Παράδειγμα ψευδοχρωματισμένων εικόνων για κάθε συναίσθημα που έχει δημιουργηθεί από το MOVIES σύνολο δεδομένων. Στην πρώτη σειρά έχουμε αληθινά κομμάτια ήχου, ενώ στην δεύτερη σειρά, κομμάτια ήχου με την προσθήκη θορύβου.

3.5 Μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης

Οι μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης (SVM) αποτελούν δυαδικούς ταξινομητές που διαχωρίζουν τα δεδομένα σε δύο κλάσεις. Ο τρόπος που γίνεται ο διαχωρισμός είναι μέσω της εύρεσης ενός βέλτιστου υπερεπιπέδου διαχωρισμού των κλάσεων μέσω του περιθωρίου (Εικόνα 2). Το περιθώριο ορίζεται ως η απόσταση του πλησιέστερου σημείου εκπαίδευσης στο υπερεπίπεδο (hyperlane). Για κάθε παρατήρηση X , και αντίστοιχες ετικέτες Y , που παίρνουν τιμές ± 1 . βρίσκουμε την παρακάτω συνάρτηση ταξινόμησης:

$$f(x) = \text{sign}(W^T x + b)$$

Όπου w , b αντιπροσωπεύουν τις παραμέτρους του υπερεπιπέδου.

Τα στοιχεία δεν είναι πάντα τελείως διαχωρίσιμα. Στις SVM χρησιμοποιούνται 2 μέθοδοι για να επιλυθεί αυτό το πρόβλημα. Αρχικά εισάγεται μια μεταβλητή λάθους που «τιμωρεί» την λάθος ταξινόμηση για στοιχεία που βρίσκονται μακριά από το όριο ταξινόμησης. Δεύτερον γίνεται αντιστοίχιση του φ από τον χώρο δεδομένων X στον χώρο των χαρακτηριστικών. Ο δεύτερος χώρος μπορεί να έχει μεγαλύτερη διάσταση. Ένα από τα θετικά των SVM είναι ότι μπορούν να μειώσουν την πολυπλοκότητα προβλημάτων υψηλού επιπέδου με την χρήση του πυρήνα όπως οι γραμμικοί ταξινομητές.

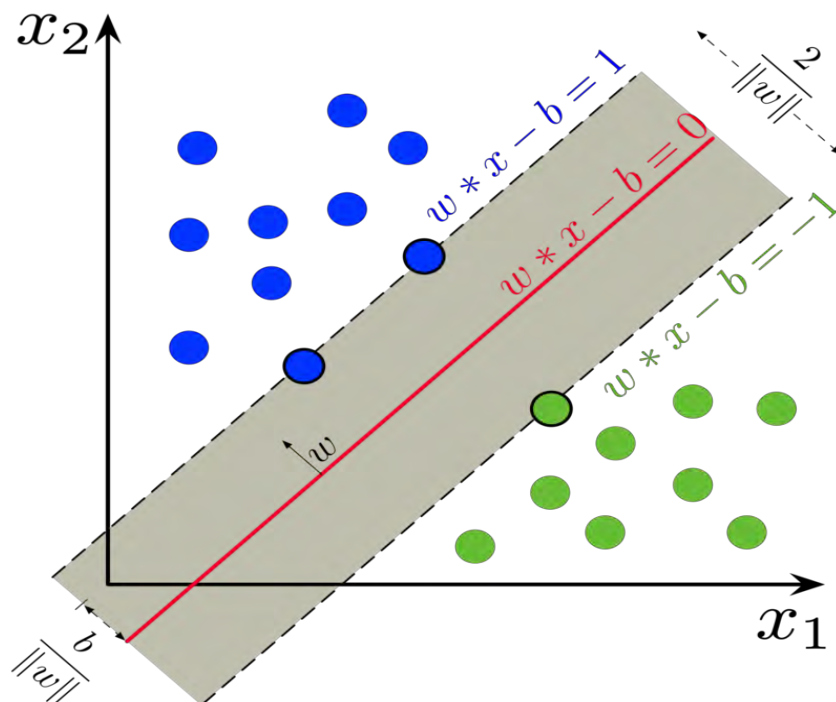
$$K(x, y) = \varphi(x) * \varphi(y)$$

Στην παραπάνω σχέση, K είναι η συνάρτηση πυρήνα. Ο πυρήνας αλλά και η τιμωρία που αναφέραμε εξαρτώνται μεταξύ τους. Η συνάρτηση απόφασης που αναφέραμε, σε συνδυασμό με τον πυρήνα μπορεί να γίνει:

$$f(x) = \text{sign} \left(\sum_i y_i a_i K(x, x_i) + b \right)$$

Όπου x_i είναι τα χαρακτηριστικά για την εκπαίδευση από τον χώρο δεδομένων X και y_i είναι οι ετικέτες των x_i . Η παράμετρος a είναι τυπικά μηδέν για τις περισσότερες περιπτώσεις του i . Αντίστοιχα το άθροισμα μπορούμε να το λάβουμε υπόψη, για συγκεκριμένες περιπτώσεις του x_i . Αυτά τα διανύσματα χαρακτηριστικών είναι γνωστά ως «διανύσματα υποστήριξης». Τα διανύσματα υποστήριξης βρίσκονται κοντά στην γραμμή του υπερεπιπέδου. Στην περίπτωση μας τα χαρακτηριστικά x_i προκύπτουν από τα ιστογράμματα, που σχηματίζονται με χρήση του οπτικού λεξικού V (Εικόνα 1).

Για την εφαρμογή των SVM σε προβλήματα με m κλάσεις, εκπαιδεύουμε αντίστοιχα m SVM. Κάθε μία ξεχωρίζει τις εικόνες μίας κλάσης, με βάση της εικόνες που υπάρχουν στις υπόλοιπες $m-1$ κλάσεις. Με δεδομένη μία εικόνα, αυτή ταξινομείται στην κλάση, που παράγει το μεγαλύτερο SVM αποτέλεσμα.



Εικόνα 6 Υπερεπιπέδο με μέγιστο περιθώριο, και περιθώρια για έναν svm εκπαιδευμένο από 2 κλάσεις. Οι κλάσεις στα περιθώρια αποτελούν τα υποστηρικτικά διανύσματα.

3.6 Αναγνώριση συναισθήματος με την μέθοδο BoVW

Ως τελευταίο βήμα και όσον αφορά την εξαγωγή οπτικών χαρακτηριστικών από τα φασματογράμματα, υιοθετήσαμε την μέθοδο εξαγωγής από πλέγμα (grid). Σε αντίθεση με τις προσεγγίσεις που βασίζονται σε σημεία ενδιαφέροντος (salient points) στις οποίες πρώτα εξάγεται ένα σύνολο σημείων και έπειτα εξάγονται περιγραφείς από κομμάτια που τους περιβάλλουν, το πρώτο βήμα για μια προσέγγιση μέσω του grid είναι η επιλογή ενός ορθογώνιου πλέγματος. Κάθε διασταύρωση του πλέγματος χρησιμοποιείται για τον ορισμό ενός σημείου (pixel) ενδιαφέροντος. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούμε ένα κανονικό, δηλαδή, ένα τετράγωνο πλέγμα. Από κάθε pixel που προκύπτει, εξάγουμε τα ευρέως χρησιμοποιούμενα Speeded-Up Robust Features (SURF) [29].

Τα χαρακτηρίστηκα SURF είναι γνωστά για την γρήγορη ταχύτητας εξαγωγής, ενώ είναι ανθεκτικά σε αρκετούς μετασχηματισμούς αλλά και σε αλλαγές φωτισμού. Για αυτό έχουν καθιερωθεί σε πολλά προβλήματα της υπολογιστικής όρασης στην πραγματική ζωή. Πρέπει να αναφέρουμε ότι ο αλγόριθμος SURF αποτελεί μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία εξαγωγής και περιγραφής σημείων. Ωστόσο, στην παρούσα εργασία, παραλείπουμε το πρώτο βήμα και χρησιμοποιούμε μόνο το τελευταίο. Αν και η εξαγωγή χαρακτηριστικών από σημεία ενδιαφέροντος έχει χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά σε προβλήματα BoVW [30], στη δική μας περίπτωση, αρχικά πειράματα που διεξήχθησαν σε ένα μέρος του συνόλου δεδομένων έδειξαν ότι ο εξαγόμενος αριθμός σημείων ήταν μάλλον μικρός και ανεπαρκής για την παραγωγή αποτελεσματικών ιστογραμμάτων. Επιπλέον έχει αποδειχθεί στο [31] ότι οι περιοχές που προκύπτουν από τη δειγματοληψία εικόνων μέσω του πλέγματος, μπορούν επίσης να περιέχουν χρήσιμες πληροφορίες, οι οποίες είναι γενικά επαρκείς για να παρέχουν μια περιγραφή περιεχομένου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συστήματα ταξινόμησης.

Για την ταξινόμηση, εκπαιδεύσαμε μια μηχανή διανυσμάτων υποστήριξης (SVM), χρησιμοποιώντας σαν είσοδο τα εξαγόμενα διανύσματα χαρακτηριστικών. Στην Εικόνα 4 απεικονίζεται μια οπτική αναπαράσταση τις συνολικής διαδικασίας, η οποία συνοψίζεται στα παρακάτω βήματα:

- καταγραφή του ακατέργαστου σήματος ομιλίας
- δημιουργία φασματογραφημάτων
- εξαγωγή του περιγραφέα
- δημιουργία διανυσματικών χαρακτηριστικών βασισμένα σε προηγούμενο λεξικό

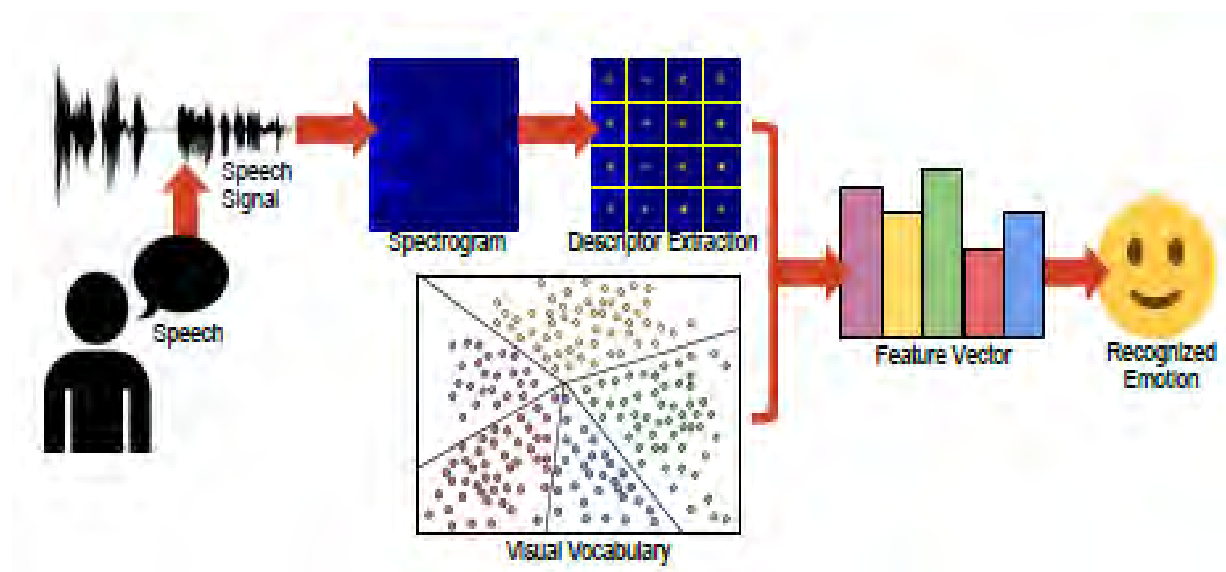
- αναγνώριση συναισθημάτων με ταξινόμηση διανυσμάτων χαρακτηριστικών χρησιμοποιώντας έναν ταξινομητή SVM που είχε προηγουμένως εκπαιδευτεί.

Για κάθε συναίσθημα υπολογίσαμε τα μέτρα precision (P), recall (R) και F₁ score που είναι ο αρμονικός μέσος του precision και του recall. Πιο συγκεκριμένα οι μαθηματικοί τύποι των παραπάνω είναι:

- $$P = \frac{\text{Αληθινά Θετικά}}{\text{Αληθινά Θετικά} + \text{Ψευδώς Θετικά}}$$
- $$R = \frac{\text{Αληθινά Θετικά}}{\text{Αληθινά Θετικά} + \text{Ψευδώς Αρνητικά}}$$
- $$F_1 = 2 * \frac{\text{precision} * \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}}$$

Αναλυτικότερα, το Precision, μας δείχνει το ποσοστό από τις θετικές αναγνωρίσεις είναι πραγματικά σωστό. Από την άλλη το Recall, μας δείχνει το ποσοστό των πραγματικών θετικών στοιχείων που αναγνωρίστηκε επιτυχώς. Για παράδειγμα ας υποθέσουμε ότι δοκιμάζουμε τον ταξινομητή μας με 12 δείγματα χαράς και με μερικά δείγματα θυμού, και από αυτά αναγνωρίζονταν μόνο 8 από τα δείγματα χαράς. Από το 8 που αναγνωρίστηκαν ως δείγματα χαράς, στην πραγματικότητα 5 από αυτά ήταν δείγματα χαράς (αληθινά θετικά) και τα υπόλοιπα ήταν δείγματα θυμού (Ψευδώς θετικά). Έτσι σε αυτή την δοκιμή του ταξινομητή θα είχαμε 5/8 Precision αλλά και 5/12 Recall,. Τέλος το F₁ είναι ο αρμονικός μέσος των δύο παραπάνω, όπου η μέγιστη τιμή που μπορεί να φτάσει είναι 1 (τέλειο precision και recall) και στο χειρότερο σενάριο 0.

Τα αληθινά θετικά μπορούμε να τα βρούμε στην διαγώνιο του πίνακα σύγχυσης. Όσον αφορά τα Ψευδώς θετικά και τα Ψευδώς αρνητικά, είναι το άθροισμα των μη διαγώνιων στοιχείων σε μία σειρά ή στήλη αντίστοιχα σε έναν πίνακα σύγχυσης.



Εικόνα 7 Μια οπτική επισκόπηση του προτεινόμενου συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων.

4. Πειραματική Αξιολόγηση

4.1 Εισαγωγή

Σε αυτήν την ενότητα θα περιγράψουμε τις βάσεις δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και μία βάση που κατασκευάσαμε, μέσα από ένα πείραμα που διεξήχθη σε ένα εργαστήριο ηλεκτρονικών υπολογιστών μέσης εκπαίδευσης (Γυμνάσιο) στην Κέρκυρα. Επίσης γίνεται η περιγραφή των αποτελεσμάτων κλπ.

4.2 Βάσεις Δεδομένων

4.2.1 Βάσεις Δεδομένων Από Ηθοποιούς

Τα πειράματά μας βασίστηκαν σε βάσεις δεδομένων από 3 διαφορετικές γλώσσες. Πιο συγκεκριμένα:

1. Emovo

Είναι η πρώτη βάση δεδομένων με συναισθηματικές ομιλίες στην ιταλική γλώσσα. Έξι Ηθοποιοί, τρεις γυναίκες και τρεις άνδρες, κλήθηκαν να ερμηνεύσουν δεκατέσσερις προτάσεις, βασισμένες σε επτά κατηγορίες συναισθήματος (αηδία, φόβος, θυμός, ευχαρίστηση, έκπληξη, λύπη, ουδέτερο). Οι ηχογραφήσεις έγιναν με επαγγελματικά εργαλεία στα εργαστήρια της Fondazione Ugo Bordoni. Οι ηθοποιοί είχαν το δικαίωμα να μετακινούνται ελεύθερα, συνεπώς αυτό επηρέασε τα δεδομένα στην ένταση του σήματος, ανάλογα με την απόσταση που υπήρχε από το μικρόφωνο. Σε μερικές περιπτώσεις μειώθηκε η ένταση της εγγραφής, προκειμένου να αποφευχθεί ο κορεσμός του σήματος στις περιπτώσεις που παράγεται μεγάλη ένταση ενέργειας, όπως στην περίπτωση του θυμού.

2. Savee

Είναι μια βάση δεδομένων που αποτελείται από συναισθήματα από Άγγλους ομιλητές. Τέσσερις άνδρες φοιτητές και ερευνητές από το University of Surrey ηλικίας 27 με 31 ετών, σε 7 διαφορετικές κατηγορίες συναισθημάτων (θυμός, disgust, φόβος, χαρά, δυστυχία, έκπληξη, ουδέτερο) δημιούργησαν 480 δείγματα ομιλίας. Οι προτάσεις που κλήθηκαν να ερμηνεύσουν οι ηθοποιοί ήταν από την συλλογή TIMIT, που είναι φωνητικά ισορροπημένες για κάθε συναίσθημα. Συνολικά επιλέχθηκαν 15 προτάσεις που ήταν διαφορετικές για κάθε συναίσθημα. Τα δεδομένα καταγράφηκαν σε εργαστήριο υψηλής ποιότητας οπτικοακουστικό εξοπλισμό, όπου έγινε η επεξεργασία τους, και η κατηγοριοποίηση τους ανάλογα με το συναίσθημα.

3. EmoDB

Είναι μια βάση που αποτελείται από συναισθήματα Γερμανών ομιλητών. Δέκα ηθοποιοί, πέντε άνδρες και πέντε γυναίκες αναπαράγουν 10 προτάσεις (5 μικρές και 5 μεγάλες) που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην καθημερινή ομιλία. Οι ηθοποιοί επιλέχθηκαν με βάση την φυσικότητα τους και την απόδοση τους. Οι ηχογραφήσεις έγιναν σε ανηχοϊκό θάλαμο με υψηλής ποιότητας εξοπλισμό ηχογράφησης. Ηχογραφήθηκαν 800 περίπου δείγματα για επτά κατηγορίες συναισθημάτων (ουδέτερο, θυμός, φόβος, χαρά, δυστυχία, αηδία, βαρεμάρα). Για την ηχογράφηση οι ομιλητές κάθονταν μπροστά στο μικρόφωνο και τους ζητήθηκε να θυμηθούν μια αληθινή ανάμνηση. Με αυτόν τον τρόπο οι ηχογραφήσεις ήταν από ηθοποιούς που ξαναζούσαν αυτό το συναίσθημα, και τις περισσότερες φορές ανέπτυξαν το ίδιο συναίσθημα με το πραγματικό γεγονός.

4.2.2 Βασή δεδομένων Από Ταινίες

Η βάση αυτή περιέχει δείγματα ήχου που συγκεντρώθηκαν από διάφορες ταινίες, και περιέχει δείγματα από 5 κατηγορίες συναισθημάτων (ουδέτερο, θυμός, φόβος, χαρά, δυστυχία). Για την συγκεκριμένη βάση τα δείγματα συγκεντρώθηκαν από πολλούς ερευνητές στο Ε.Κ.Ε.Φ.Ε Δημόκριτος. Όλα τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν στα αγγλικά εκτός από ένα που ήταν στα πορτογαλικά.

4.2.3 Βάση Δεδομένων Από Πείραμα Σε Σχολική Τάξη

Το συγκεκριμένο πείραμα διεξήχθη σε σχολείο μέσης εκπαίδευσης, στο νησί της Κέρκυρας. Συμμετείχαν 24 μαθητές, 15 αγόρια και 15 κορίτσια, ηλικίας από 12 έως 13 ετών, καθώς και η δασκάλα του εργαστηρίου. Να σημειώσουμε πως όλοι οι μαθητές ήταν εξοικειωμένοι με την δασκάλα τους. Με αυτόν τον τρόπο περιμέναμε ότι οι αντιδράσεις, η έκφραση του προσώπου καθώς και η φωνητική τους έκφραση θα ήταν αυθεντική και όχι συγκρατημένη όπως π.χ. απέναντι σε ένα εντελώς ξένο άτομο. Οι μαθητές χωρίστηκαν τυχαία σε 2 ομάδες. Κάθε ομάδα είχε διαφορετική εργασία, αλλά ήταν παρόμοιες και οι δύο εργασίες και περιλάμβαναν την κατασκευή και τον προγραμματισμό ενός ρομπότ. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε το πολύ γνωστό εκπαιδευτικό σύστημα LEGO Mindstorm EVE 3 Educational kit. Ο προγραμματισμός αφορούσε τόσο το LEGO Mindstorm όσο και το Scratch που είναι ένα πρόγραμμα, για προγραμματισμό σε παιδάκια για μικρές ηλικίες.

Η εργασία της πρώτης ομάδας ήταν να προγραμματίσει το ρομπότ, ώστε να μπορεί να ελεγχθεί από ένα κινητό τηλέφωνο. Η εργασία της δεύτερης ομάδας ήταν να προγραμματίσει το ρομπότ να ακολουθεί μια προκαθορισμένη χρωματισμένη διαδρομή.

χρησιμοποιώντας ανιχνευτές χρώματος. Ο ρόλος της δασκάλας ήταν να παρατηρεί προσεκτικά και να καταγράφει τις αντιδράσεις των μαθητών καθώς και τις εκφράσεις τόσο του προσώπου όσο και της φωνής προκειμένου να αξιολογήσει τα συναισθήματα τους. Η δασκάλα δεν αναμιγνυόταν με τις εργασίες των δύο ομάδων. Με την ολοκλήρωση των εργασιών, έγινε συνέντευξη ξεχωριστά σε κάθε μαθητή. Αυτός-ή ρωτήθηκε να περιγράψει ελεύθερα την εμπειρία του ή της και την γνώμη της σχετικά με την εργασία του-της που δεν συμμετείχε. Όλοι οι μαθητές είχαν την ενθάρρυνση να εκφράσουν ελεύθερα τα συναισθήματα τους. Αξιοσημείωτο είναι ότι όλα τα παιδιά, επέλεξαν αυτό το μάθημα ανάμεσα σε πολλές άλλες επιλογές, και γενικά ήταν πολύ ευχαριστημένα με την χρήση του Mindstorm kits από προηγούμενες εργασίες που είχαν υλοποιήσει.

Η φωνή του κάθε μαθητή ηχογραφήθηκε με το μικρόφωνο ενός υπολογιστή και αξιολογήθηκε με βάση τις εκφράσεις του προσώπου αλλά και της φωνής σύμφωνα με την εμπειρία της δασκάλας. Επιπλέον, όλες οι ηχογραφήσεις έγιναν σε περιβάλλον όπου δεν υπήρχε τυχόν θόρυβος. Επίσης έγινε μία προεργασία για την αφαίρεση, κομματιών όπου υπήρχε παύση ή ακόμα και η φωνή του διδάσκοντα. Με αυτόν τον τρόπο καταλήξαμε να έχουμε 42 ηχογραφήσεις με μέση διάρκεια 7.8 δευτερόλεπτα. Κατά την διαδικασία της αξιολόγησης, το σύνολο των δεδομένων περιείχε 24 δείγματα με θετικό συναίσθημα, 8 με αρνητικό και 10 με ουδέτερο. Θα αναφέρουμε αυτό το σύνολο των δεδομένων ως «kids».

4.3 Ανάλυση Των Πειραμάτων

Για κάθε σύνολο δεδομένων, πειραματιστήκαμε με τμήματα των οποίων ορίσαμε με $t_s = 1 \text{ sec}$ και $T_s = 2 \text{ sec}$, $t_w = 40 \text{ msec}$ και με βήμα $t_s = 20 \text{ msec}$. Για την διεξαγωγή των πειραμάτων, χρησιμοποιούμε ένα πλέγμα 8x8 για την εξαγωγή των χαρακτηριστικών SURF και για διαφορετικό μέγεθος λεξικού κάθε φορά. Συγκεκριμένα για 15 διαφορετικά λεξιλόγια $N=100,200,300,\dots,1500$. Το μοντέλο BoVW εφαρμόστηκε, χρησιμοποιώντας την εργαλειοθήκη υπολογιστικής όρασης της Matlab R2017a. Τα φασματογράμματα είχαν μέγεθος 227x227 px, και εξήχθησαν με τη χρήση την ανοιχτή βιβλιοθήκης pyAudioAnalysis.

Για κάθε πείραμα επιλέξαμε τις πέντε κοινές κατηγορίες συναισθημάτων χαρά, φόβος, λύπη, ουδετερότητα και θυμός. Επιλέξαμε για κάθε βάση δεδομένων, όλες οι παραπάνω κατηγορίες να έχουν ισορροπημένο αριθμό δειγμάτων για εκπαίδευση. Επίσης για κάθε σύνολο δεδομένων εκτός του συνόλου kids, προσθέσαμε στο παρασκήνιο, δείγματα από μουσική, προκειμένου να δοκιμάσουμε, εάν το BoVW μπορεί

να δουλέψει σε ένα αληθινό περιβάλλον όπου υπάρχει θόρυβος. Επομένως στα επόμενα πειράματα θα δοκιμάσουμε τις βάσεις μας με θόρυβο αλλά και χωρίς θόρυβο.

Στο πρώτο πείραμα, έχουμε y ομιλητές, εκ των οποίων τα δείγματα των $y - 1$ τα κρατάμε για εκπαίδευση, και του ενός ομιλητή για δοκιμή. Το πείραμα αυτό κατασκευάστηκε για να δούμε εάν τα χαρακτηριστικά ομιλίας εξαρτώνται από τον ομιλητή. Στο δεύτερο πείραμα για y ομιλητές και για z δείγματα, κρατάμε το 90% των δειγμάτων για εκπαίδευση και τα υπόλοιπα δείγματα για δοκιμή. Σε αυτήν την σειρά πειραμάτων επιδιώξαμε να δούμε εάν η προτεινόμενη μεθοδολογία μπορεί να δουλέψει με συνδυασμό γλωσσών. Μια μεγάλη δυσκολία σε τέτοιες περιπτώσεις είναι η μεγάλη διαφορά μεταξύ γλωσσών, επειδή εκτός των γλωσσικών διαφορών υπάρχουν και διαφορές στην κουλτούρα κλπ. Με αυτόν τον στόχο φροντίζουμε, τα σύνολα εκπαίδευσης και δοκιμής, να μην περιέχουν δείγματα από την ίδια γλώσσα.

4.4 Αποτελέσματά

Στη συνέχεια, αναλύουμε τα αποτελέσματα που παράχθηκαν μέσα από την πειραματική διαδικασία.

4.4.1 Αποτελέσματα 1 Πειράματος

Στην πρώτη υλοποίηση, εκπαιδεύσαμε τον ταξινομητή μας, χρησιμοποιώντας έναν ομιλητή για δοκιμή και τους υπόλοιπους για εκπαίδευση. Το καλύτερο μέσο F_1 για κάθε ομιλητή φαίνεται στον πίνακα 1. Όπως παρατηρούμε την καλύτερη απόδοση έχει ο ομιλητής 08 του συνόλου Emo-DB όπου αναγνωρίστηκαν 17 δείγματα από τα 24 για θόρυβο, και 5 από τις 6 χωρίς θόρυβο. Καθένα από αυτά εκπαιδεύτηκε με 788 και 198 δείγματα αντίστοιχα. Από την άλλη, την χειρότερη επίδοση είχαν οι ομιλητές στους οποίους δεν έχουμε τιμή για το μέσο F_1 . Αυτό οφείλεται στο γεγονός πως με τους συγκεκριμένους ομιλητές δεν υπήρχαν αρκετά χαρακτηριστικά για να μπορέσει να γίνει η σωστή κατηγοριοποίηση τους. Έτσι στις περισσότερες κατηγορίες, το αποτέλεσμα του F_1 ήταν μηδενικό, δείχνοντάς μας πως κανένα από τα δείγματα του ομιλητή που δοκιμάσαμε δεν κατηγοριοποιήθηκε σωστά. Μια άλλη παρατήρηση που μπορούμε να κάνουμε είναι πως τα δείγματα με ή χωρίς τον θόρυβο έχουν σχεδόν τα ίδια αποτελέσματα. Αυτό δείχνει πως ακόμα και κάτω από συνθήκες θορύβου μπορούμε να αναγνωρίσουμε επιτυχώς τα συναισθήματα σε αυτό το σύστημα.

Πίνακας 1 Πειραματικά αποτελέσματα αναγνώρισης συναισθήματος, χρησιμοποιώντας έναν ομιλητή για δοκιμή. και τους υπόλοιπους για εκπαίδευση.

Δοκιμή	ΛΕΞΙΚΟ <i>N</i>		ΚΑΛΥΤΕΡΟ ΜΕΣΟ-F ₁ SCORE	
	Με θόρυβο	χωρίς θόρυβο	Με θόρυβο	χωρίς θόρυβο
emono_f1	-	-	-	-
emono_f2	100	700	0.49	0.41
emono_f3	600	1300	0.51	0.45
emono_m1	1500	100	0.39	0.50
emono_m2	1200	1000	0.49	0.54
emono_m3	1200	600	0.35	0.34
EmoDB_03	1100	-	0.62	-
EmoDB_08	1300	1300	0.64	0.74
EmoDB_09	-	-	-	-
EmoDB_10	800	1100	0.61	0.71
EmoDB_11	1000	100	0.53	0.51
EmoDB_12	-	-	-	-
EmoDB_13	-	-	-	-
EmoDB_14	-	1400	-	0.51
EmoDB_15	-	-	-	-
EmoDB_16	100	-	0.31	-
savee_DC	500	300	0.35	0.44
savee_JE	1200	100	0.30	0.38
savee_JK	1300	400	0.28	0.33
savee_KL	100	200	0.21	0.18

Στους παρακάτω πίνακες, παραθέτουμε τους πίνακες σύγχυσης όπου αποτυπώνεται η λανθασμένη κατηγοριοποίηση τους (Πίνακες 2-28). Αυτό που παρατηρούμε είναι πως τις περισσότερες φορές τα δείγματα από όλες τις κατηγορίες εκφράσεων συνχέονται με τον θυμό ή με την λύπη. Ταυτόχρονα αποτελούν και τις κατηγορίες με το υψηλότερο ποσοστό αναγνώρισης.

Πίνακας 2: ο καλύτερος Πίνακας σύγχυσης για το emono_f2 με μέγεθος λεξικού 700, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

valid_emono_f2	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.86	0.07	0.07	0.00	0.00
φόβος	0.14	0.71	0.07	0.00	0.07
χαρά	0.57	0.00	0.43	0.00	0.00
ουδέτερο	0.50	0.07	0.36	0.07	0.00
δυστυχία	0.29	0.29	0.07	0.14	0.21

Πίνακας 3: ο καλύτερος Πίνακας σύγχυσης για το `emono_f2` με μέγεθος λεξικού 100, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

<code>valid_emono_f2</code>	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.75	0.09	0.14	0.02	0.00
φόβος	0.00	0.88	0.07	0.04	0.02
χαρά	0.36	0.23	0.21	0.18	0.02
ουδέτερο	0.32	0.27	0.14	0.27	0.00
δυστυχία	0.05	0.48	0.02	0.00	0.45

Πίνακας 4: ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για το `emono_f3` με μέγεθος λεξικού 1300, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

<code>valid_emono_f3</code>	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
φόβος	0.14	0.14	0.07	0.07	0.57
χαρά	0.64	0.07	0.21	0.07	0.00
ουδέτερο	0.29	0.00	0.21	0.43	0.07
δυστυχία	0.00	0.21	0.00	0.07	0.71

Πίνακας 5: ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για το `emono_f3` με μέγεθος λεξικού 600, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

<code>valid_emono_f3</code>	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.98	0.00	0.02	0.00	0.00
φόβος	0.02	0.27	0.02	0.09	0.61
χαρά	0.38	0.20	0.29	0.14	0.00
ουδέτερο	0.23	0.14	0.16	0.32	0.14
δυστυχία	0.02	0.05	0.00	0.02	0.91

Πίνακας 6: ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για το `emono_m1` με μέγεθος λεξικού 100, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

<code>valid_emono_m1</code>	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
φόβος	0.07	0.64	0.00	0.07	0.21
χαρά	0.86	0.07	0.07	0.00	0.00
ουδέτερο	0.29	0.07	0.00	0.43	0.21
δυστυχία	0.07	0.36	0.00	0.00	0.57

Πίνακας 7:ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το εμονο_m1 με μέγεθος λεξικού 1500 .στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

valid_εμονο_m1	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.84	0.16	0.00	0.00	0.00
φόβος	0.09	0.61	0.04	0.02	0.25
χαρά	0.57	0.23	0.18	0.02	0.00
ουδέτερο	0.20	0.32	0.14	0.09	0.25
δυστυχία	0.13	0.38	0.02	0.00	0.48

Πίνακας 8: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το εμονο_m2 με μέγεθος λεξικού 1000, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

valid_εμονο_m2	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
φόβος	0.00	0.57	0.07	0.07	0.29
χαρά	0.14	0.14	0.07	0.14	0.50
ουδέτερο	0.00	0.00	0.00	0.36	0.64
δυστυχία	0.00	0.00	0.00	0.07	0.93

Πίνακας 9: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το εμονο_m2 με μέγεθος λεξικού 1200, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

valid_εμονο_m2	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
φόβος	0.00	0.50	0.00	0.04	0.46
χαρά	0.04	0.14	0.14	0.07	0.61
ουδέτερο	0.07	0.00	0.02	0.09	0.82
δυστυχία	0.00	0.00	0.00	0.02	0.98

Πίνακας 10: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το εμονο_m3 με μέγεθος λεξικού 600, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

valid_εμονο_m3	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.29	0.29	0.00	0.29	0.14
φόβος	0.29	0.29	0.00	0.36	0.07
χαρά	0.43	0.14	0.07	0.36	0.00
ουδέτερο	0.14	0.07	0.07	0.50	0.21
δυστυχία	0.00	0.07	0.00	0.29	0.64

Πίνακας 11: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το `emono_m3` με μέγεθος λεξικού 1200, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

<code>valid_emono_m3</code>	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.45	0.30	0.00	0.13	0.13
φόβος	0.41	0.32	0.00	0.20	0.07
χαρά	0.46	0.13	0.11	0.20	0.11
ουδέτερο	0.13	0.13	0.14	0.27	0.34
δυστυχία	0.13	0.05	0.00	0.11	0.71

Πίνακας 12: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το `emoDB_03` με μέγεθος λεξικού 1100, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

<code>valid_EmoDB_03</code>	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.81	0.13	0.00	0.00	0.06
φόβος	0.56	0.38	0.06	0.00	0.00
χαρά	0.13	0.63	0.19	0.00	0.06
ουδέτερο	0.00	0.19	0.00	0.81	0.00
δυστυχία	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Πίνακας 13: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το `EmoDB_08` με μέγεθος λεξικού 1300, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

<code>valid_EmoDB_08</code>	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
φόβος	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
χαρά	0.17	0.17	0.50	0.17	0.00
ουδέτερο	0.00	0.50	0.00	0.33	0.17
δυστυχία	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Πίνακας 14: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το `emoDB_08` με μέγεθος λεξικού 1300, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

<code>valid_EmoDB_08</code>	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
φόβος	0.04	0.92	0.00	0.00	0.04
χαρά	0.29	0.38	0.33	0.00	0.00
ουδέτερο	0.00	0.50	0.00	0.21	0.29
δυστυχία	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Πίνακας 15: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το EmoDB_10 με μέγεθος λεξικού 1100, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

valid_EmoDB_10	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
φόβος	0.33	0.67	0.00	0.00	0.00
χαρά	0.00	0.00	0.67	0.00	0.33
ουδέτερο	0.00	0.33	0.00	0.33	0.33
δυστυχία	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Πίνακας 16: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emoDB_10 με μέγεθος λεξικού 800 .στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

valid_EmoDB_10	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.58	0.00	0.08	0.00	0.33
φόβος	0.17	0.83	0.00	0.00	0.00
χαρά	0.00	0.33	0.33	0.25	0.08
ουδέτερο	0.00	0.08	0.00	0.42	0.50
δυστυχία	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Πίνακας 17: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το EmoDB_11 με μέγεθος λεξικού 100 .στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

valid_EmoDB_11	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
φόβος	0.14	0.43	0.00	0.29	0.14
χαρά	0.57	0.14	0.14	0.14	0.00
ουδέτερο	0.00	0.00	0.00	0.29	0.71
δυστυχία	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Πίνακας 18: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emoDB_11 με μέγεθος λεξικού 1000 .στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

valid_EmoDB_11	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
φόβος	0.11	0.46	0.00	0.21	0.21
χαρά	0.61	0.18	0.04	0.18	0.00
ουδέτερο	0.04	0.04	0.00	0.50	0.43
δυστυχία	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Πίνακας 19: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το EmoDB_14 με μέγεθος λεξικού 1400 .στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

valid_EmoDB_14	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
φόβος	0.29	0.57	0.00	0.00	0.14
χαρά	0.86	0.00	0.14	0.00	0.00
ουδέτερο	0.00	0.00	0.00	0.14	0.86
δυστυχία	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Πίνακας 20: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emoDB_16 με μέγεθος λεξικού 100 .στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

valid_EmoDB_16	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
φόβος	0.95	0.05	0.00	0.00	0.00
χαρά	0.95	0.00	0.05	0.00	0.00
ουδέτερο	0.25	0.50	0.05	0.15	0.05
δυστυχία	0.15	0.30	0.00	0.00	0.55

Πίνακας 21: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το savee_DC με μέγεθος λεξικού 300 .στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

valid_savee_DC	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.27	0.07	0.20	0.13	0.33
φόβος	0.07	0.40	0.07	0.00	0.47
χαρά	0.00	0.13	0.40	0.07	0.40
ουδέτερο	0.00	0.07	0.07	0.47	0.40
δυστυχία	0.00	0.07	0.07	0.20	0.67

Πίνακας 22: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το savee_DC με μέγεθος λεξικού 500 .στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

valid_savee_DC	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.08	0.03	0.30	0.30	0.28
φόβος	0.02	0.27	0.13	0.12	0.47
χαρά	0.00	0.05	0.47	0.12	0.37
ουδέτερο	0.08	0.10	0.08	0.53	0.20
δυστυχία	0.02	0.08	0.10	0.32	0.48

Πίνακας 23: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το savee_JE με μέγεθος λεξικού 100, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

valid_savee_JE	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.13	0.20	0.00	0.27	0.40
φόβος	0.07	0.47	0.07	0.07	0.33
χαρά	0.00	0.13	0.20	0.20	0.47
ουδέτερο	0.00	0.00	0.00	0.40	0.60
δυστυχία	0.00	0.07	0.00	0.07	0.87

Πίνακας 24: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emono_JE με μέγεθος λεξικού 1200, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

valid_savee_JE	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.22	0.07	0.03	0.20	0.48
φόβος	0.08	0.28	0.05	0.18	0.40
χαρά	0.02	0.05	0.08	0.32	0.53
ουδέτερο	0.03	0.02	0.00	0.18	0.77
δυστυχία	0.02	0.00	0.00	0.05	0.93

Πίνακας 25: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το savee_JK με μέγεθος λεξικού 400, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

valid_savee_JK	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.87	0.07	0.00	0.00	0.07
φόβος	0.73	0.27	0.00	0.00	0.00
χαρά	0.93	0.00	0.07	0.00	0.00
ουδέτερο	0.20	0.00	0.13	0.40	0.27
δυστυχία	0.33	0.00	0.07	0.40	0.20

Πίνακας 26: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το savee_JK με μέγεθος λεξικού 1300, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

valid_savee_JK	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.87	0.07	0.00	0.00	0.07
φόβος	0.65	0.12	0.12	0.05	0.07
χαρά	0.92	0.02	0.05	0.02	0.00
ουδέτερο	0.28	0.00	0.07	0.40	0.25
δυστυχία	0.52	0.05	0.07	0.18	0.18

Πίνακας 27: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το savee_KL με μέγεθος λεξικού 200, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

valid_savee_KL	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.07	0.07	0.13	0.07	0.67
φόβος	0.00	0.13	0.00	0.07	0.80
χαρά	0.07	0.00	0.07	0.13	0.73
ουδέτερο	0.00	0.00	0.13	0.07	0.80
δυστυχία	0.00	0.07	0.00	0.00	0.93

Πίνακας 28: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Savee_KL με μέγεθος λεξικού 100, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

valid_savee_KL	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.17	0.08	0.13	0.17	0.45
φόβος	0.02	0.13	0.07	0.15	0.63
χαρά	0.08	0.02	0.13	0.15	0.62
ουδέτερο	0.02	0.07	0.02	0.07	0.83
δυστυχία	0.05	0.10	0.07	0.02	0.77

Στους πίνακες 29 έως 54. παρατηρούμε τα καλύτερα αποτελέσματα του precision. recall. F₁ για κάθε δοκιμή με βάση το μέσο f1 που δείξαμε στον πίνακα 1. Στον πίνακα 40. 41 όπου έχουμε και τις καλύτερες δυνατές τιμές βλέπουμε ότι όλες οι κατηγορίες συναισθημάτων αναγνωρίζονται επιτυχώς από το σύστημα μας εκτός του ουδέτερου συναισθήματος. όπου ανιχνεύεται μόνο το 33% των ουδέτερων δειγμάτων χωρίς θόρυβο και 21% των δειγμάτων με θόρυβο.

Από την άλλη, στην περίπτωση του savee_KL. που είναι μία από τις χειρότερες περιπτώσεις (πίνακες 53-54) παρατηρούμε στην περίπτωση του θορύβου. πως παρόλο που έχουμε 93% επιτυχία στην αναγνώριση της δυστυχίας. το f1 έχει τιμή 0.38 καθώς μόνο το 24% από τα δείγματα που μας αναγνώρισε το σύστημα για την δυστυχία. είναι αληθινά θετικά.

Πίνακας 29: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(700) του emono_f2 χωρίς θόρυβο.

valid_emono_f2	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.36	0.86	0.51
φόβος	0.63	0.71	0.67
χαρά	0.43	0.43	0.43
ουδέτερο	0.33	0.07	0.12
δυστυχία	0.75	0.21	0.33

Πίνακας 30: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(100) του emono_f2 με θόρυβο.

valid_emono_f2	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.51	0.75	0.60
φόβος	0.45	0.88	0.59
χαρά	0.36	0.21	0.27
ουδέτερο	0.54	0.27	0.36
δυστυχία	0.93	0.45	0.60

Πίνακας 31: precision (p)/recall (r)/F1 score για κάθε συναίσθημα . για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1300) του emono_f3 χωρίς θόρυβο.

valid_emono_f3	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.48	1.00	0.65
φόβος	0.33	0.14	0.20
χαρά	0.43	0.21	0.29
ουδέτερο	0.67	0.43	0.52
δυστυχία	0.53	0.71	0.61

Πίνακας 32 precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα .για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(600) του emono_f3 με θόρυβο.

valid_emono_f3	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.60	0.98	0.75
φόβος	0.41	0.27	0.32
χαρά	0.59	0.29	0.39
ουδέτερο	0.56	0.32	0.41
δυστυχία	0.55	0.91	0.68

Πίνακας 33 precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(100) του emono_m1 χωρίς θόρυβο.

valid_emono_m1	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.44	1.00	0.61
φόβος	0.56	0.64	0.60
χαρά	1.00	0.07	0.13
ουδέτερο	0.86	0.43	0.57
δυστυχία	0.57	0.57	0.57

Πίνακας 34: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1500) του emono_m1 με θόρυβο.

valid_emono_m1	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.46	0.84	0.59
φόβος	0.36	0.61	0.45
χαρά	0.48	0.18	0.26
ουδέτερο	0.71	0.09	0.16
δυστυχία	0.49	0.48	0.49

Πίνακας 35: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1000) του emono_m2 χωρίς θόρυβο.

valid_emono_m2	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.88	1.00	0.93
φόβος	0.80	0.57	0.67
χαρά	0.50	0.07	0.13
ουδέτερο	0.56	0.36	0.43
δυστυχία	0.39	0.93	0.55

Πίνακας 36 precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1200) του emono_m2 με θόρυβο.

valid_emono_m2	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.90	1.00	0.95
φόβος	0.78	0.50	0.61
χαρά	0.89	0.14	0.25
ουδέτερο	0.42	0.09	0.15
δυστυχία	0.34	0.98	0.51

Πίνακας 37: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(600) του emono_m3 χωρίς θόρυβο.

valid_emono_m3	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.25	0.29	0.27
φόβος	0.33	0.29	0.31
χαρά	0.50	0.07	0.13
ουδέτερο	0.28	0.50	0.36
δυστυχία	0.60	0.64	0.62

Πίνακας 38: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1200) του emono_m3 με θόρυβο.

valid emono_m3	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.28	0.45	0.35
φόβος	0.35	0.32	0.33
χαρά	0.43	0.11	0.17
ουδέτερο	0.30	0.27	0.28
δυστυχία	0.53	0.71	0.61

Πίνακας 39: Precision (P)/Recall (R)/F1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1100) του emoDB_03 με θόρυβο.

valid EmoDB_03	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.54	0.81	0.65
φόβος	0.29	0.38	0.32
χαρά	0.75	0.19	0.30
ουδέτερο	1.00	0.81	0.90
δυστυχία	0.89	1.00	0.94

Πίνακας 40: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1300) του EmoDB_08 χωρίς θόρυβο.

valid EmoDB_08	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.86	1.00	0.92
φόβος	0.60	1.00	0.75
χαρά	1.00	0.50	0.67
ουδέτερο	0.67	0.33	0.44
δυστυχία	0.86	1.00	0.92

Πίνακας 41: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1300) του emoDB_08 με θόρυβο.

valid EmoDB_08	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.75	1.00	0.86
φόβος	0.51	0.92	0.66
χαρά	1.00	0.33	0.50
ουδέτερο	1.00	0.21	0.34
δυστυχία	0.75	1.00	0.86

Πίνακας 42: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1100) του EmoDB_10 χωρίς θόρυβο.

valid_EmoDB_10	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.75	1.00	0.86
φόβος	0.67	0.67	0.67
χαρά	1.00	0.67	0.80
ουδέτερο	1.00	0.33	0.50
δυστυχία	0.60	1.00	0.75

Πίνακας 43: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(800) του emoDB_10 με θόρυβο.

valid_EmoDB_10	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.78	0.58	0.67
φόβος	0.67	0.83	0.74
χαρά	0.80	0.33	0.47
ουδέτερο	0.63	0.42	0.50
δυστυχία	0.52	1.00	0.69

Πίνακας 44: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(100) του EmoDB_11 χωρίς θόρυβο.

valid_EmoDB_11	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.58	1.00	0.74
φόβος	0.75	0.43	0.55
χαρά	1.00	0.14	0.25
ουδέτερο	0.40	0.29	0.33
δυστυχία	0.54	1.00	0.70

Πίνακας 45: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1000) του emoDB_11 με θόρυβο.

valid_EmoDB_11	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.57	1.00	0.73
φόβος	0.68	0.46	0.55
χαρά	1.00	0.04	0.07
ουδέτερο	0.56	0.50	0.53
δυστυχία	0.61	1.00	0.76

Πίνακας 46: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1400) του EmoDB_14 χωρίς θόρυβο.

valid_EmoDB_14	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.47	1.00	0.64
φόβος	1.00	0.57	0.73
χαρά	1.00	0.14	0.25
ουδέτερο	1.00	0.14	0.25
δυστυχία	0.50	1.00	0.67

Πίνακας 47: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα. για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(100) του emoDB_16 με θόρυβο.

valid_EmoDB_16	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.30	1.00	0.47
φόβος	0.06	0.05	0.05
χαρά	0.50	0.05	0.09
ουδέτερο	1.00	0.15	0.26
δυστυχία	0.92	0.55	0.69

Πίνακας 48: precision (r)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(300) του savee_DC χωρίς θόρυβο.

valid_savee_DC	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.80	0.27	0.40
φόβος	0.55	0.40	0.46
χαρά	0.50	0.40	0.44
ουδέτερο	0.54	0.47	0.50
δυστυχία	0.29	0.67	0.41

Πίνακας 49: precision (p)/recall (R)/f1 score για κάθε συναίσθημα .για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(500) του savee_DC με θόρυβο.

valid_savee_DC	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.42	0.08	0.14
φόβος	0.50	0.27	0.35
χαρά	0.43	0.47	0.45
ουδέτερο	0.39	0.53	0.45
δυστυχία	0.27	0.48	0.35

Πίνακας 50: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(100) του savee_JE χωρίς θόρυβο.

valid_savee_JE	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.67	0.13	0.22
φόβος	0.54	0.47	0.50
χαρά	0.75	0.20	0.32
ουδέτερο	0.40	0.40	0.40
δυστυχία	0.33	0.87	0.47

Πίνακας 51: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1200) του Savee_JE με θόρυβο.

valid_savee_JE	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.59	0.22	0.32
φόβος	0.68	0.28	0.40
χαρά	0.50	0.08	0.14
ουδέτερο	0.20	0.18	0.19
δυστυχία	0.30	0.93	0.45

Πίνακας 52: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(400) του savee_JK χωρίς θόρυβο.

valid_savee_JK	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.28	0.87	0.43
φόβος	0.80	0.27	0.40
χαρά	0.25	0.07	0.11
ουδέτερο	0.50	0.40	0.44
δυστυχία	0.38	0.20	0.26

Πίνακας 53: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(200) του savee_KL χωρίς θόρυβο.

valid_savee_KL	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.50	0.07	0.12
φόβος	0.50	0.13	0.21
χαρά	0.20	0.07	0.10
ουδέτερο	0.20	0.07	0.10
δυστυχία	0.24	0.93	0.38

Πίνακας 54: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα .για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(100) του savee_KL με θόρυβο.

valid_savee_KL	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.50	0.17	0.25
φόβος	0.33	0.13	0.19
χαρά	0.32	0.13	0.19
ουδέτερο	0.12	0.07	0.09
δυστυχία	0.23	0.77	0.36

4.4.2 Αποτελέσματα δεύτερου πειράματος

Στην τρίτη υλοποίηση. εκπαιδεύσαμε τον ταξινομητή μας. χρησιμοποιώντας το 90% των δειγμάτων για εκπαίδευση και το 10% για δοκιμή. Σκοπός μας ήταν να ελέγξουμε εάν με την μέθοδο του BoVW μπορούμε να αναγνωρίσουμε τα συναισθήματα ανάμεσα σε πολλές γλώσσες αλλά και να ελέγξουμε την απόδοση κάθε συνόλου ξεχωριστά. Ο καλύτερος μέσος-F₁ για κάθε δοκιμή φαίνεται στον πίνακα 55.

Από τα πειράματα που κάναμε βλέπουμε ότι στην περίπτωση που εξετάζουμε 2 γλώσσες μαζί, παρατηρούμε ότι όταν αναμιγνύουμε τα σύνολο δεδομένων savee και emoDB αλλά και με του emoDB μας δίνει την καλύτερη δυνατή απόδοση. με το F₁ να έχει τιμή 0.50 με μέγεθος λεξικού 1100 και 1400 αντίστοιχα στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο. Αντίστοιχα στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο ο συνδυασμός του savee με την emoDB μας δίνουν F₁>0.55.

Από την άλλη στην περίπτωση που εξετάζουμε μεμονωμένα τα παρακάτω σύνολα. το καλύτερο F₁ το επιτυγχάνεται για το σύνολο emoDB. Το F₁ στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο είναι 0.65 με μέγεθος λεξικού 1500. και στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο είναι 0.64 με μέγεθος λεξικού 500.

Μια άλλη παρατήρηση που μπορούμε να κάνουμε πάνω στον πίνακα 55 είναι. ότι τα περισσότερα σύνολα δεδομένων που έχουν θόρυβο. έχουν καλύτερα αποτελέσματα όταν έχουμε μεγαλύτερο μέγεθος λεξικού σε αντίθεση με δείγματα που δεν έχουν θόρυβο που έχουμε καλύτερα αποτελέσματα όταν έχουμε μικρότερο λεξικό. Για παράδειγμα στην περίπτωση του συνόλου emoDB, έχουμε 248 δείγματα στην περίπτωση του θορύβου και 69 δείγματα χωρίς θόρυβο. Σε αυτήν την περίπτωση θα χρειαστούμε μεγαλύτερο λεξικό στην περίπτωση του θορύβου και μικρότερο στην περίπτωση που δεν έχουμε, καθώς στην πρώτη περίπτωση θα έχουμε περισσότερους περιγραφείς ενώ στην δεύτερη σημαντικά λιγότερους και ένα μεγάλο λεξικό θα μας μειώσει την απόδοση.

Πίνακας 55: ο καλύτερος μέσος f1 και καλύτερο λεξιλόγιο για κάθε ένα από τα παρακάτω πειράματα.

ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	ΔΟΚΙΜΗ	ΛΕΞΙΚΟ Ν		ΚΑΛΥΤΕΡΟ ΜΕΣΟ-F1 SCORE	
		ΘΟΡΥΒΟΣ	ΧΩΡΙΣ ΘΟΡΥΒΟ	ΘΟΡΥΒΟΣ	ΧΩΡΙΣ ΘΟΡΥΒΟ
Emono-emoDB	Emono-emoDB	1100	1400	0.50	0.51
emono_movies	emono_movies	500	1100	0.39	0.40
emono_savee	emono_savee	500	800	0.41	0.41
emono	emono	1100	800	0.49	0.54
emoDB_movies	emoDB_movies	800	1300	0.49	0.49
emoDB_savee	emoDB_savee	1000	1100	0.50	0.55
emoDB	emoDB	1500	500	0.65	0.64
movie_savee	movie_savee	1200	1500	0.40	0.39
movies	movies	1400	200	0.47	0.41
savee	savee	1500	1500	0.43	0.49
Kids	Kids	-	100	-	0.55

Στους παρακάτω πίνακες, παραθέτουμε τους πίνακες σύγκρισης (πίνακες 56-76) που έχουν την μεγαλύτερη απόδοση ανα πείραμα. Αυτό που παρατηρούμε είναι πως τις περισσότερες φορές τα δείγματα από όλες τις κατηγορίες εκφράσεων συνεχούνται με τον θυμό και με την δυστυχία:

Πίνακας 56: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emono-emoDB με μέγεθος λεξικού 1400, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

Emono-emoDB	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.83	0.17	0.00	0.00	0.00
φόβος	0.17	0.67	0.08	0.00	0.08
χαρά	0.75	0.08	0.17	0.00	0.00
ουδέτερο	0.17	0.00	0.00	0.58	0.25
δυστυχία	0.00	0.08	0.08	0.00	0.83

Πίνακας 57: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emono-emoDB με μέγεθος λεξικού 1400, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

Emono-emoDB	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.85	0.08	0.00	0.02	0.04
φόβος	0.40	0.58	0.00	0.02	0.00
χαρά	0.40	0.31	0.23	0.04	0.02
ουδέτερο	0.15	0.29	0.04	0.42	0.10
δυστυχία	0.00	0.17	0.00	0.00	0.83

Πίνακας 58: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emono_movies με μέγεθος λεξικού 1000, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

emono_movies	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.69	0.00	0.08	0.23	0.00
φόβος	0.15	0.54	0.08	0.08	0.15
χαρά	0.54	0.08	0.23	0.08	0.08
ουδέτερο	0.15	0.08	0.15	0.38	0.23
δυστυχία	0.08	0.00	0.00	0.15	0.77

Πίνακας 59: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emono_movies με μέγεθος λεξικού 100, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

emono_movies	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.77	0.06	0.06	0.04	0.08
φόβος	0.46	0.31	0.04	0.06	0.13
χαρά	0.33	0.13	0.31	0.12	0.12
ουδέτερο	0.17	0.12	0.17	0.29	0.25
δυστυχία	0.04	0.06	0.08	0.00	0.83

Πίνακας 60: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emono-Savee με μέγεθος λεξικού 1100, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

emono_savee	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.75	0.00	0.17	0.08	0.00
φόβος	0.25	0.58	0.00	0.00	0.17
χαρά	0.42	0.08	0.33	0.08	0.08
ουδέτερο	0.08	0.17	0.17	0.50	0.08
δυστυχία	0.08	0.17	0.08	0.00	0.67

Πίνακας 61: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emono-Savee με μέγεθος λεξικού 300, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

emono_savee	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.73	0.10	0.06	0.10	0.00
φόβος	0.19	0.63	0.00	0.06	0.13
χαρά	0.06	0.06	0.52	0.13	0.23
ουδέτερο	0.33	0.10	0.25	0.27	0.04
δυστυχία	0.10	0.21	0.04	0.15	0.50

Πίνακας 62: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emono με μέγεθος λεξικού 600, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

emono_specs	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.88	0.00	0.13	0.00	0.00
φόβος	0.25	0.75	0.00	0.00	0.00
χαρά	0.25	0.13	0.50	0.13	0.00
ουδέτερο	0.50	0.00	0.25	0.25	0.00
δυστυχία	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Πίνακας 63: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emono με μέγεθος λεξικού 1000, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

emono_specs	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.91	0.03	0.00	0.00	0.06
φόβος	0.06	0.78	0.00	0.06	0.09
χαρά	0.38	0.16	0.19	0.03	0.25
ουδέτερο	0.41	0.09	0.03	0.19	0.28
δυστυχία	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Πίνακας 64: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το monies-emoDB με μέγεθος λεξικού 700, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

emoDB_movies	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.83	0.17	0.00	0.00	0.00
φόβος	0.25	0.50	0.08	0.17	0.00
χαρά	0.25	0.08	0.33	0.08	0.25
ουδέτερο	0.17	0.17	0.00	0.58	0.08
δυστυχία	0.08	0.00	0.08	0.08	0.75

Πίνακας 65: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το movies-emoDB με μέγεθος λεξικού 1500, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

emoDB_movies	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.63	0.19	0.10	0.06	0.02
φόβος	0.17	0.48	0.19	0.10	0.06
χαρά	0.42	0.02	0.38	0.13	0.06
ουδέτερο	0.08	0.04	0.02	0.63	0.23
δυστυχία	0.08	0.00	0.02	0.04	0.85

Πίνακας 66: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το savee-emoDB με μέγεθος λεξικού 600, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

emoDB_savee	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.58	0.08	0.08	0.08	0.17
φόβος	0.08	0.83	0.00	0.08	0.00
χαρά	0.42	0.00	0.33	0.08	0.17
ουδέτερο	0.00	0.08	0.17	0.75	0.00
δυστυχία	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Πίνακας 67: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το savee-emoDB με μέγεθος λεξικού 1500, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

emoDB_savee	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.69	0.02	0.08	0.06	0.15
φόβος	0.08	0.65	0.06	0.08	0.13
χαρά	0.17	0.08	0.29	0.21	0.25
ουδέτερο	0.15	0.06	0.06	0.63	0.10
δυστυχία	0.04	0.02	0.15	0.10	0.69

Πίνακας 68: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emoDB με μέγεθος λεξικού 1100, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

emoDB_specs	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.83	0.17	0.00	0.00	0.00
φόβος	0.00	0.83	0.17	0.00	0.00
χαρά	0.00	0.00	0.67	0.17	0.17
ουδέτερο	0.00	0.00	0.00	0.83	0.17
δυστυχία	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Πίνακας 69: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το emoDB με μέγεθος λεξικού 1500, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

emoDB_specs	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.71	0.00	0.00	0.00	0.29
φόβος	0.00	0.88	0.00	0.00	0.13
χαρά	0.42	0.17	0.42	0.00	0.00
ουδέτερο	0.00	0.00	0.00	0.79	0.21
δυστυχία	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Πίνακας 70: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το movies-Savee με μέγεθος λεξικού 900, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

movie_savee	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.75	0.00	0.17	0.00	0.08
φόβος	0.42	0.25	0.17	0.00	0.17
χαρά	0.08	0.25	0.33	0.00	0.33
ουδέτερο	0.25	0.08	0.08	0.33	0.25
δυστυχία	0.08	0.00	0.17	0.00	0.75

Πίνακας 71: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το movies-savee με μέγεθος λεξικού 1500, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

movie_savee	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.52	0.17	0.23	0.04	0.04
φόβος	0.08	0.46	0.27	0.00	0.19
χαρά	0.31	0.08	0.40	0.04	0.17
ουδέτερο	0.06	0.10	0.21	0.40	0.23
δυστυχία	0.06	0.06	0.10	0.13	0.65

Πίνακας 72: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το movies με μέγεθος λεξικού 500, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

movies_specs	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.50	0.17	0.33	0.00	0.00
φόβος	0.17	0.33	0.00	0.50	0.00
χαρά	0.17	0.17	0.50	0.17	0.00
ουδέτερο	0.00	0.33	0.00	0.50	0.17
δυστυχία	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Πίνακας 73: ο καλύτερος πίνακας σύγκυσης για το movies με μέγεθος λεξικού 1200, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

movies_specs	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.71	0.17	0.00	0.08	0.04
φόβος	0.08	0.79	0.00	0.04	0.08
χαρά	0.00	0.04	0.54	0.25	0.17
ουδέτερο	0.08	0.04	0.17	0.50	0.21
δυστυχία	0.04	0.08	0.13	0.29	0.46

Πίνακας 74: ο καλύτερος πίνακας σύγκυσης για το savee με μέγεθος λεξικού 200, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

savee_specs	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
φόβος	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
χαρά	0.50	0.00	0.33	0.17	0.00
ουδέτερο	0.17	0.00	0.17	0.33	0.33
δυστυχία	0.17	0.17	0.00	0.00	0.67

Πίνακας 75: ο καλύτερος πίνακας σύγκυσης για το savee με μέγεθος λεξικού 1500, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

savee_specs	θυμός	φόβος	χαρά	ουδέτερο	δυστυχία
θυμός	0.33	0.21	0.04	0.17	0.25
φόβος	0.21	0.46	0.17	0.00	0.17
χαρά	0.38	0.21	0.29	0.00	0.13
ουδέτερο	0.21	0.08	0.13	0.58	0.00
δυστυχία	0.00	0.08	0.08	0.29	0.54

Πίνακας 76: ο καλύτερος πίνακας σύγκυσης για τα παιδιά. με μέγεθος λεξικού 1100, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

Kids	negative	neutral	positive
negative	0.56	0.22	0.22
neutral	0.22	0.67	0.11
positive	0.33	0.22	0.44

Στους πίνακες 77 έως 96. παρατηρούμε τα καλύτερα αποτελέσματα για τα μέτρα Precision. Recall. F₁ για κάθε δοκιμή με βάση το μέσο F₁ που δείξαμε στον πίνακα 55, στην περίπτωση που δοκιμάζουμε το μοντέλο με δείγματα 2 συνόλων. τα καλύτερα αποτελέσματα φαίνονται στους πίνακες 87 και 88. Παρατηρούμε ότι όλες οι κατηγορίες συναισθημάτων αναγνωρίζονται επιτυχώς από το σύστημα μας εκτός της χαράς. όπου

ανιχνεύεται μόνο το 33% των αντίστοιχων δειγμάτων χωρίς θόρυβο και 29% των δειγμάτων με θόρυβο. Τώρα αν εξετάσουμε κάθε σύνολο ξεχωριστά, παρατηρούμε πως καλύτερη απόδοση επιτυγχάνεται όταν το καλύτερο σύνολο είναι το emoDB. Πίνακες 89 – 90. Όλες οι κατηγορίες έχουν ακρίβεια άνω του 69%. με εξαίρεση την περίπτωση της χαράς στα δείγματα με τον θόρυβο. όπου επιτυγχάνεται ακρίβεια ίση με 49%.

Από όλα τα πειράματα που κάναμε. την χαμηλότερη επίδοση στην αναγνώριση κάποιας κατηγορίας συναισθήματος την παρατηρήσαμε στο πείραμα που εξετάσαμε τα σύνολα emono και emoDB (Πίνακας 76). Η χαρά στο συγκεκριμένο πείραμα είχε ακρίβεια 17% σε σχέση με άλλα πειράματα όπου είχε επιτευχθεί ακρίβεια 67%. Γενικά τα χαμηλότερα ποσοστά τα είχαμε τόσο το συναίσθημα της χαράς όσο και για το ουδέτερο συναίσθημα.

Πίνακας 77: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1400) του emono-emoDB χωρίς θόρυβο.

Emono-emoDB	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.43	0.83	0.57
φόβος	0.67	0.67	0.67
χαρά	0.50	0.17	0.25
ουδέτερο	1.00	0.58	0.74
δυστυχία	0.71	0.83	0.77

Πίνακας 78: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1400) του emono-emoDB με θόρυβο.

Emono-emoDB	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.48	0.85	0.61
φόβος	0.41	0.58	0.48
χαρά	0.85	0.23	0.36
ουδέτερο	0.83	0.42	0.56
δυστυχία	0.83	0.83	0.83

Πίνακας 79: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1000) του emono_Movies χωρίς θόρυβο.

emono_movies	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.43	0.69	0.53
φόβος	0.78	0.54	0.64
χαρά	0.43	0.23	0.30
ουδέτερο	0.42	0.38	0.40
δυστυχία	0.63	0.77	0.69

Πίνακας 80: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(100) του emono_Movies με θόρυβο.

emono_movies	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.43	0.77	0.56
φόβος	0.46	0.31	0.37
χαρά	0.47	0.31	0.37
ουδέτερο	0.58	0.29	0.38
δυστυχία	0.59	0.83	0.69

Πίνακας 81: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1100) του emono-Savee χωρίς θόρυβο.

emono_savee	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.47	0.75	0.58
φόβος	0.58	0.58	0.58
χαρά	0.44	0.33	0.38
ουδέτερο	0.75	0.50	0.60
δυστυχία	0.67	0.67	0.67

Πίνακας 82: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(300) του emono-Savee με θόρυβο.

emono_savee	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.51	0.73	0.60
φόβος	0.57	0.63	0.59
χαρά	0.60	0.52	0.56
ουδέτερο	0.38	0.27	0.32
δυστυχία	0.56	0.50	0.53

Πίνακας 83: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(600) του emono χωρίς θόρυβο.

emono_specs	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.47	0.88	0.61
φόβος	0.86	0.75	0.80
χαρά	0.57	0.50	0.53
ουδέτερο	0.67	0.25	0.36
δυστυχία	1.00	1.00	1.00

Πίνακας 84: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1000) του emono με θόρυβο.

emono_specs	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.52	0.91	0.66
φόβος	0.74	0.78	0.76
χαρά	0.86	0.19	0.31
ουδέτερο	0.67	0.19	0.29
δυστυχία	0.59	1.00	0.74

Πίνακας 85: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(700) του emoDB-Movies χωρίς θόρυβο.

emoDB_movies	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.53	0.83	0.65
φόβος	0.55	0.50	0.52
χαρά	0.67	0.33	0.44
ουδέτερο	0.64	0.58	0.61
δυστυχία	0.69	0.75	0.72

Πίνακας 86: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1500) του emoDB-Movies με θόρυβο.

emoDB_movies	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.45	0.63	0.53
φόβος	0.66	0.48	0.55
χαρά	0.53	0.38	0.44
ουδέτερο	0.65	0.63	0.64
δυστυχία	0.69	0.85	0.77

Πίνακας 87: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(600) του emoDB_Savee χωρίς θόρυβο.

emoDB_savee	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.54	0.58	0.56
φόβος	0.83	0.83	0.83
χαρά	0.57	0.33	0.42
ουδέτερο	0.75	0.75	0.75
δυστυχία	0.75	1.00	0.86

Πίνακας 88: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1500) του emoDB_Savee με θόρυβο.

emoDB_savee	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.61	0.69	0.65
φόβος	0.78	0.65	0.70
χαρά	0.45	0.29	0.35
ουδέτερο	0.58	0.63	0.60
δυστυχία	0.52	0.69	0.59

Πίνακας 89: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1100) του emoDB χωρίς θόρυβο.

emoDB_specs	Precision	recall	F1 score
θυμός	1.00	0.83	0.91
φόβος	0.83	0.83	0.83
χαρά	0.80	0.67	0.73
ουδέτερο	0.83	0.83	0.83
δυστυχία	0.75	1.00	0.86

Πίνακας 90: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1500) του emoDB με θόρυβο.

emoDB_specs	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.63	0.71	0.67
φόβος	0.84	0.88	0.86
χαρά	1.00	0.42	0.59
ουδέτερο	1.00	0.79	0.88
δυστυχία	0.62	1.00	0.76

Πίνακας 91: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(900) του movies-savee χωρίς θόρυβο.

movie_savee	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.47	0.75	0.58
φόβος	0.43	0.25	0.32
χαρά	0.36	0.33	0.35
ουδέτερο	1.00	0.33	0.50
δυστυχία	0.47	0.75	0.58

Πίνακας 92: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1500) του movies-savee με θόρυβο.

movie_savee	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.50	0.52	0.51
φόβος	0.52	0.46	0.49
χαρά	0.33	0.40	0.36
ουδέτερο	0.66	0.40	0.49
δυστυχία	0.51	0.65	0.57

Πίνακας 93: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(500) του movies χωρίς θόρυβο.

movies_specs	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.60	0.50	0.55
φόβος	0.33	0.33	0.33
χαρά	0.60	0.50	0.55
ουδέτερο	0.43	0.50	0.46
δυστυχία	0.86	1.00	0.92

Πίνακας 94: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1200) του movies με θόρυβο.

movies_specs	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.77	0.71	0.74
φόβος	0.70	0.79	0.75
χαρά	0.65	0.54	0.59
ουδέτερο	0.43	0.50	0.46
δυστυχία	0.48	0.46	0.47

Πίνακας 95: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(200) του savee χωρίς θόρυβο.

savee_specs	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.55	1.00	0.71
φόβος	0.86	1.00	0.92
χαρά	0.67	0.33	0.44
ουδέτερο	0.67	0.33	0.44
δυστυχία	0.67	0.67	0.67

Πίνακας 96: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1500) του savee με θόρυβο.

savee_specs	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.30	0.33	0.31
φόβος	0.44	0.46	0.45
χαρά	0.41	0.29	0.34
ουδέτερο	0.56	0.58	0.57
δυστυχία	0.50	0.54	0.52

Πίνακας 97: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1100) των kids.

kids	Precision	recall	F1 score
negative	0.50	0.56	0.53
neutral	0.60	0.67	0.63
positive	0.57	0.44	0.50

4.4.3 Αποτελέσματα τρίτου πειράματος

Στην τρίτη υλοποίηση, εκπαιδεύσαμε τον ταξινομητή μας, χρησιμοποιώντας μία γλώσσα για εκπαίδευση και μια για δοκιμή. Επίσης δοκιμάσαμε να βάλουμε όλες τις γλώσσες για εκπαίδευση και να αφήσουμε μία για δοκιμή. Σκοπός μας ήταν να δούμε εάν ένα σύστημα που εκπαιδεύτηκε με σύνολα άλλων γλωσσών, μπορεί να αναγνωρίσει μια άλλη γλώσσα.

Στον πίνακα 98, παρατηρούμε το καλύτερο μέσο F_1 για τα πειράματα που εξετάσαμε. Μέσα από αυτόν βλέπουμε πως το καλύτερο πείραμα, στην περίπτωση που εκπαιδεύαμε με μία γλώσσα και δοκιμάζαμε με μία άλλη, ήταν με τα σύνολα epono και emoDB, στην περίπτωση που εκπαιδεύαμε με το epono και δοκιμάζαμε με το emoDB, είχαμε αποτέλεσμα 0.4 με λεξικό 200 λέξεων στην περίπτωση του θορύβου και 0.43 για λεξικό ίσο 100 στην περίπτωση που δεν είχαμε θόρυβο. Αντίστοιχα όταν είχαμε σύνολο εκπαίδευσης το emoDB και ελέγχου το epono, είχαμε ακρίβεια 0.37 με λεξικό 1500 λέξεων στην περίπτωση του θορύβου και 0.37 με λεξικό 100 λέξεων στην περίπτωση που δεν είχαμε θόρυβο.

Στην περίπτωση εκπαίδευσης του συστήματος με όλα τα διαθέσιμα σύνολα διαφορετικών γλωσσών, εκτός μίας που την χρησιμοποιούμε για την δοκιμή του συστήματος, παρατηρούμε πως η καλύτερη επίδοση επιτυγχάνεται όταν ελέγχουμε με το emoDB και εκπαιδεύουμε με όλα τα άλλα, στην περίπτωση αυτή, όταν δεν έχουμε θόρυβο το μέσο F_1 είναι 0.48 με λεξικό 400 λέξεων, ενώ στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο, το μέσο F_1 είναι 0.43 με λεξικό 300 λέξεων.

Πίνακας 98 πίνακας με το καλύτερο μέσο F_1 και το καλύτερο λεξιλόγιο για κάθε πείραμα που εκτελέσαμε.

ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	ΔΟΚΙΜΗ	ΛΕΞΙΚΟ Ν		ΚΑΛΥΤΕΡΟ ΜΕΣΟ-F1 SCORE	
		ΘΟΡΥΒΟΣ	ΧΩΡΙΣ ΘΟΡΥΒΟ	ΘΟΡΥΒΟΣ	ΧΩΡΙΣ ΘΟΡΥΒΟ
emono	emoDB	200	100	0.40	0.43
emono	savee	1500	1500	0.18	0.18
emoDB	emono	1500	100	0.37	0.37
emoDB	savee	1400	700	0.14	0.14
savee	emono	1200	300	0.16	0.13
savee	emoDB	1300	1500	0.16	0.14
emono	movies	1300	200	0.22	0.20
emoDB	movies	500	700	0.24	0.29
movies	emono	1300	500	0.28	0.30
movies	emoDB	900	400	0.38	0.35
movies	savee	800	600	0.24	0.32
savee	movies	1400	500	0.28	0.20
savee.movies.emoDB	emono	400	1300	0.34	0.34
emono.movies.savee	emoDB	300	400	0.43	0.48
emono.emoDB.savee	movies	200	1200	0.27	0.25
emono.emoDB.movies	savee	900	400	0.24	0.24

Στους επόμενους πίνακες, παραθέτουμε τους πίνακες σύγχυσης (πίνακες 99-130) που έχουν την καλύτερη απόδοση, ανα πείραμα. Στις ονοματοδοσίες πάνω στους πίνακες όπου βλέπουμε το T είναι από την λέξη ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ (εκπαίδευση) και το V από το validation (δοκιμή). Πχ Temono_VemoDB σημαίνει πως κάνουμε εκπαίδευση με το σύνολο emono, και το δοκιμάζουμε με το emoDB. Εκτός αυτού συναντάμε πχ και το validEmono, που σημαίνει πως εκπαιδεύουμε με όλα τα άλλα σύνολα αλλά το δοκιμάζουμε με το σύνολο emono. Όπως και στις προηγούμενες ενότητες, τις περισσότερες φορές τα δείγματα από όλες τις κατηγορίες εκφράσεων συγχέονται με τον θυμό και με την δυστηχία:

Ο πίνακας σύγκρισης με τα χειρότερα αποτελέσματα είναι ο Tsavee_Vemono (πίνακας 108), στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο και ο TemonoDB_Vsavee (πίνακας 105) στην περίπτωση που υπάρχει. Στην πρώτη περίπτωση το μοναδικό συναίσθημα που αναγνωρίζεται είναι αυτό του θυμού με ακρίβεια 78%, ενώ στα υπόλοιπα συναίσθημα. η ακρίβεια είναι κοντά στο 0%. Το ίδιο ισχύει και για την δεύτερη περίπτωση, όπου εκεί έχουμε αναγνώριση δυστυχίας με ακρίβεια 95%. και σε όλες τις υπόλοιπες κατηγορίες συναισθημάτων υπάρχει τεράστια σύγχυση.

Πίνακας 99: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Temono_Vemodb με μέγεθος λεξικού 200, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

Temono_Vemodb	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.77	0.11	0.02	0.08	0.02
φόβος	0.31	0.47	0.03	0.08	0.11
ευτυχία	0.66	0.10	0.08	0.10	0.06
ουδέτερο	0.05	0.23	0.00	0.24	0.48
λύπη	0.00	0.10	0.00	0.02	0.89

Πίνακας 100: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Temono_Vemodb με μέγεθος λεξικού 200, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

Temono_Vemodb	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.85	0.02	0.00	0.04	0.08
φόβος	0.28	0.46	0.02	0.07	0.17
ευτυχία	0.69	0.09	0.05	0.10	0.06
ουδέτερο	0.08	0.20	0.01	0.25	0.47
λύπη	0.03	0.07	0.00	0.01	0.88

Πίνακας 101: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Temono_Vsavee με μέγεθος λεξικού 1500, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

Temono_Vsavee	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.15	0.05	0.03	0.05	0.72
φόβος	0.28	0.07	0.03	0.02	0.60
ευτυχία	0.13	0.03	0.13	0.03	0.67
ουδέτερο	0.00	0.08	0.02	0.03	0.87
λύπη	0.03	0.03	0.00	0.02	0.92

Πίνακας 102: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Temono_Vsavee με μέγεθος λεξικού 1500, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

Temono_Vsavee	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.23	0.05	0.05	0.05	0.63
φόβος	0.25	0.09	0.05	0.04	0.57
ευτυχία	0.13	0.07	0.09	0.02	0.69
ουδέτερο	0.11	0.04	0.05	0.06	0.75
λύπη	0.07	0.04	0.03	0.07	0.80

Πίνακας 103: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το TemoDB_Vemono με μέγεθος λεξικού 800, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

TemoDB_Vemono	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.56	0.17	0.13	0.11	0.04
φόβος	0.10	0.38	0.06	0.11	0.36
ευτυχία	0.32	0.20	0.13	0.12	0.23
ουδέτερο	0.30	0.07	0.07	0.30	0.26
λύπη	0.01	0.10	0.00	0.18	0.71

Πίνακας 104: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το TemoDB_Vemono με μέγεθος λεξικού 600, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

TemoDB_Vemono	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.61	0.13	0.16	0.06	0.05
φόβος	0.10	0.38	0.05	0.10	0.38
ευτυχία	0.36	0.18	0.16	0.11	0.20
ουδέτερο	0.24	0.11	0.10	0.26	0.28
λύπη	0.03	0.12	0.01	0.22	0.62

Πίνακας 105: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το TemoDB_Vsavee με μέγεθος λεξικού 700, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

TemoDB_Vsavee	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.12	0.00	0.02	0.00	0.87
φόβος	0.08	0.02	0.03	0.03	0.83
ευτυχία	0.12	0.00	0.02	0.05	0.82
ουδέτερο	0.03	0.00	0.00	0.07	0.90
λύπη	0.02	0.00	0.00	0.03	0.95

Πίνακας 106: καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το TemoDB_Vsavee με μέγεθος λεξικού 1000, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

TemoDB_Vsavee	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.12	0.00	0.05	0.05	0.78
φόβος	0.03	0.00	0.08	0.05	0.84
ευτυχία	0.10	0.00	0.06	0.01	0.83
ουδέτερο	0.00	0.00	0.03	0.13	0.85
λύπη	0.02	0.00	0.03	0.05	0.90

Πίνακας 107: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tsavee_Vemono με μέγεθος λεξικού 1000, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

Tsavee_Vemono	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.60	0.39	0.01	0.00	0.00
φόβος	0.68	0.26	0.02	0.04	0.00
ευτυχία	0.74	0.21	0.05	0.00	0.00
ουδέτερο	0.81	0.15	0.02	0.01	0.00
λύπη	0.69	0.15	0.04	0.07	0.05

Πίνακας 108: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tsavee_Vemono με μέγεθος λεξικού 1000, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

Tsavee_Vemono	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.78	0.15	0.01	0.01	0.05
φόβος	0.71	0.17	0.01	0.03	0.08
ευτυχία	0.77	0.13	0.03	0.01	0.07
ουδέτερο	0.86	0.05	0.01	0.03	0.05
λύπη	0.64	0.15	0.00	0.06	0.15

Πίνακας 109: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tsavee_VemoDB με μέγεθος λεξικού 900, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

Tsavee_VemoDB	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.89	0.11	0.00	0.00	0.00
φόβος	0.85	0.15	0.00	0.00	0.00
ευτυχία	0.68	0.31	0.02	0.00	0.00
ουδέτερο	0.79	0.10	0.02	0.10	0.00
λύπη	0.92	0.02	0.00	0.02	0.05

Πίνακας 110: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tsavee_VemoDB με μέγεθος λεξικού 1400, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

Tsavee_VemoDB	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.93	0.04	0.00	0.00	0.03
φόβος	0.86	0.11	0.01	0.01	0.01
ευτυχία	0.71	0.21	0.02	0.04	0.02
ουδέτερο	0.75	0.08	0.00	0.09	0.08
λύπη	0.87	0.00	0.00	0.02	0.10

Πίνακας 111: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Temono_Vmonies με μέγεθος λεξικού 1300, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

Temono_Vmonies	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.76	0.01	0.04	0.09	0.10
φόβος	0.60	0.08	0.07	0.07	0.19
ευτυχία	0.57	0.10	0.06	0.11	0.16
ουδέτερο	0.37	0.09	0.06	0.10	0.38
λύπη	0.41	0.08	0.06	0.07	0.37

Πίνακας 112: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Temono_Vmonies με μέγεθος λεξικού 200, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

Temono_Vmonies	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.89	0.02	0.02	0.00	0.08
φόβος	0.78	0.05	0.03	0.05	0.10
ευτυχία	0.76	0.02	0.02	0.05	0.16
ουδέτερο	0.44	0.05	0.00	0.11	0.40
λύπη	0.49	0.05	0.00	0.11	0.35

Πίνακας 113: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το TemoDB_Vmonies με μέγεθος λεξικού 500, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

TemoDB_Vmonies	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.46	0.02	0.14	0.05	0.32
φόβος	0.31	0.07	0.11	0.04	0.48
ευτυχία	0.25	0.09	0.11	0.08	0.48
ουδέτερο	0.28	0.04	0.07	0.16	0.45
λύπη	0.25	0.01	0.04	0.14	0.55

Πίνακας 114: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το TemoDB_Vmonies με μέγεθος λεξικού 700, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

TemoDB_Vmonies	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.54	0.05	0.06	0.10	0.25
φόβος	0.32	0.14	0.14	0.06	0.33
ευτυχία	0.32	0.10	0.03	0.17	0.38
ουδέτερο	0.11	0.06	0.05	0.32	0.46
λύπη	0.17	0.03	0.02	0.17	0.60

Πίνακας 115: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tmonies_Vemono με μέγεθος λεξικού 1300, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

Tmonies_Vemono	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.56	0.10	0.14	0.08	0.12
φόβος	0.18	0.19	0.28	0.14	0.20
ευτυχία	0.35	0.15	0.19	0.06	0.25
ουδέτερο	0.24	0.07	0.24	0.22	0.23
λύπη	0.15	0.09	0.24	0.24	0.29

Πίνακας 116: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tmonies_Vemono με μέγεθος λεξικού 500, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

Tmonies_Vemono	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.37	0.14	0.21	0.11	0.17
φόβος	0.05	0.24	0.21	0.26	0.24
ευτυχία	0.11	0.19	0.23	0.21	0.26
ουδέτερο	0.11	0.05	0.24	0.35	0.26
λύπη	0.04	0.17	0.17	0.31	0.32

Πίνακας 117: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tmonies_VemoDB με μέγεθος λεξικού 900, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

Tmonies_VemoDB	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.51	0.18	0.10	0.10	0.11
φόβος	0.15	0.30	0.25	0.26	0.04
ευτυχία	0.40	0.18	0.17	0.17	0.08
ουδέτερο	0.06	0.15	0.21	0.52	0.07
λύπη	0.00	0.16	0.23	0.23	0.38

Πίνακας 118: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tmovies_VemoDB με μέγεθος λεξικού 400, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

Tmovies_VemoDB	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.34	0.21	0.18	0.24	0.03
φόβος	0.08	0.29	0.42	0.19	0.02
ευτυχία	0.39	0.10	0.18	0.27	0.06
ουδέτερο	0.05	0.08	0.26	0.42	0.19
λύπη	0.06	0.06	0.21	0.19	0.47

Πίνακας 119: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tmovies_Vsavee με μέγεθος λεξικού 800, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

Tmovies_Vsavee	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.09	0.22	0.17	0.50	0.02
φόβος	0.03	0.43	0.25	0.28	0.01
ευτυχία	0.09	0.23	0.23	0.45	0.01
ουδέτερο	0.03	0.18	0.13	0.63	0.03
λύπη	0.02	0.17	0.23	0.55	0.03

Πίνακας 120: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tmovies_Vsavee με μέγεθος λεξικού 600, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

Tmovies_Vsavee	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.27	0.17	0.25	0.18	0.13
φόβος	0.12	0.32	0.25	0.17	0.15
ευτυχία	0.22	0.22	0.27	0.18	0.12
ουδέτερο	0.10	0.13	0.10	0.50	0.17
λύπη	0.05	0.15	0.13	0.38	0.28

Πίνακας 121: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tsavee_Vmovies με μέγεθος λεξικού 1000, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

Tsavee_Vmovies	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.60	0.27	0.02	0.02	0.10
φόβος	0.52	0.33	0.01	0.05	0.10
ευτυχία	0.46	0.21	0.06	0.07	0.21
ουδέτερο	0.46	0.11	0.02	0.23	0.18
λύπη	0.52	0.16	0.02	0.12	0.19

Πίνακας 122: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το Tsavee_Vmonies με μέγεθος λεξικού 500, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

Tsavee_Vmonies	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.65	0.32	0.02	0.00	0.02
φόβος	0.65	0.33	0.00	0.00	0.02
ευτυχία	0.52	0.41	0.05	0.00	0.02
ουδέτερο	0.63	0.22	0.03	0.02	0.10
λύπη	0.57	0.19	0.03	0.00	0.21

Πίνακας 123: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το ValidEmono με μέγεθος λεξικού 400, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

ValidEmono	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.42	0.37	0.11	0.07	0.04
φόβος	0.06	0.45	0.05	0.12	0.32
ευτυχία	0.19	0.44	0.06	0.13	0.18
ουδέτερο	0.13	0.19	0.14	0.18	0.36
λύπη	0.06	0.30	0.00	0.13	0.51

Πίνακας 124: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το ValidEmono με μέγεθος λεξικού 1300, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

ValidEmono	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.57	0.29	0.05	0.07	0.03
φόβος	0.11	0.37	0.01	0.07	0.44
ευτυχία	0.27	0.31	0.07	0.11	0.24
ουδέτερο	0.22	0.16	0.13	0.06	0.43
λύπη	0.03	0.27	0.03	0.10	0.57

Πίνακας 125: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το ValidEmoDB με μέγεθος λεξικού 300, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

ValidEmoDB	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.71	0.06	0.13	0.08	0.02
φόβος	0.18	0.45	0.16	0.21	0.00
ευτυχία	0.50	0.21	0.15	0.10	0.05
ουδέτερο	0.05	0.26	0.13	0.35	0.21
λύπη	0.00	0.29	0.00	0.13	0.58

Πίνακας 126: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το ValidEmoDB με μέγεθος λεξικού 400, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

ValidEmoDB	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.83	0.03	0.05	0.07	0.02
φόβος	0.25	0.39	0.19	0.09	0.08
ευτυχία	0.59	0.12	0.19	0.08	0.03
ουδέτερο	0.05	0.21	0.10	0.18	0.46
λύπη	0.01	0.23	0.03	0.04	0.68

Πίνακας 127: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το ValidMovies με μέγεθος λεξικού 200, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

ValidMovies	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.84	0.08	0.00	0.03	0.05
φόβος	0.73	0.11	0.02	0.02	0.13
ευτυχία	0.75	0.10	0.00	0.06	0.10
ουδέτερο	0.59	0.10	0.00	0.17	0.14
λύπη	0.54	0.13	0.00	0.08	0.25

Πίνακας 128: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το ValidMovies με μέγεθος λεξικού 1200, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

ValidMovies	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.75	0.11	0.04	0.04	0.07
φόβος	0.54	0.21	0.06	0.02	0.17
ευτυχία	0.59	0.13	0.07	0.07	0.15
ουδέτερο	0.46	0.07	0.10	0.15	0.22
λύπη	0.38	0.07	0.07	0.16	0.32

Πίνακας 129: ο καλύτερος πίνακας σύγκρισης για το ValidSavee με μέγεθος λεξικού 900, στην περίπτωση που δεν έχουμε θόρυβο.

ValidSavee	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.15	0.07	0.02	0.18	0.58
φόβος	0.17	0.07	0.08	0.18	0.50
ευτυχία	0.17	0.05	0.05	0.17	0.57
ουδέτερο	0.02	0.02	0.03	0.25	0.68
λύπη	0.10	0.00	0.00	0.13	0.77

Πίνακας 130: ο καλύτερος πίνακας σύγχυσης για το ValidSavee με μέγεθος λεξικού 400, στην περίπτωση που έχουμε θόρυβο.

ValidSavee	θυμός	φόβος	ευτυχία	ουδέτερο	λύπη
θυμός	0.14	0.08	0.03	0.20	0.56
φόβος	0.09	0.09	0.02	0.17	0.64
ευτυχία	0.13	0.03	0.02	0.20	0.63
ουδέτερο	0.03	0.03	0.01	0.25	0.67
λύπη	0.02	0.02	0.02	0.17	0.78

Στους πίνακες 129 έως 160. παρατηρούμε τα καλύτερα αποτελέσματα του precision. Recall, f1 για κάθε δοκιμή με βάση το μέσο F₁ που δείξαμε στον πίνακα 96. Τα καλύτερα αποτελέσματα στην περίπτωση που εκπαιδεύουμε το μοντέλο με μία γλώσσα και το ελέγχουμε με μία άλλη, φαίνονται στους πίνακες 129, 130. Βλέπουμε ότι όλες οι κατηγορίες συναισθημάτων αναγνωρίζονται επιτυχώς από το σύστημα μας εκτός της χαράς, όπου ανιχνεύεται μόνο το 14% των χαρούμενων δειγμάτων χωρίς θόρυβο και 10% των δειγμάτων με θόρυβο. Τώρα αν εξετάσουμε τα πειράματα όπου ελέγχουμε με την μία γλώσσα και εκπαιδεύουμε με τις υπόλοιπες, παρατηρούμε πως το καλύτερο πείραμα είναι όταν χρησιμοποιούμε την emoDB. πίνακες 155-156. Όπως είδαμε και πιο πάνω έτσι και εδώ τις χειρότερες τιμές για το Precision (p)/recall (r)/f1 τις έχουν τα πειράματα Tsavee_Vemono. TemonDB_Vsavee (Πίνακες 135-138).

Πίνακας 131: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερή επίδοση, με μέγεθος λεξικού(200) του Temono_VemoDB χωρίς θόρυβο.

Temono_VemoDB	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.43	0.77	0.55
φόβος	0.47	0.47	0.47
ευτυχία	0.63	0.08	0.14
ουδέτερο	0.47	0.24	0.32
λύπη	0.57	0.89	0.69

Πίνακας 132: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(200) του Temono_VemoDB με θόρυβο.

Temono_VemoDB	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.44	0.85	0.58
φόβος	0.54	0.46	0.50
ευτυχία	0.57	0.05	0.10
ουδέτερο	0.54	0.25	0.34
λύπη	0.53	0.88	0.66

Πίνακας 133: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1500) του Temono_Vsavee χωρίς θόρυβο.

Temono_Vsavee	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.25	0.15	0.19
φόβος	0.25	0.07	0.11
ευτυχία	0.62	0.13	0.22
ουδέτερο	0.22	0.03	0.06
λύπη	0.24	0.92	0.38

Πίνακας 134: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1500) του Temono_Vsavee με θόρυβο.

Temono_Vsavee	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.28	0.23	0.25
φόβος	0.32	0.09	0.14
ευτυχία	0.33	0.09	0.14
ουδέτερο	0.25	0.06	0.09
λύπη	0.23	0.80	0.36

Πίνακας 135: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(800) του TemonDB_Vemono χωρίς θόρυβο.

TemonDB_Vemono	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.44	0.56	0.49
φόβος	0.42	0.38	0.40
ευτυχία	0.33	0.13	0.19
ουδέτερο	0.37	0.30	0.33
λύπη	0.45	0.71	0.55

Πίνακας 136: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(600) του Temodb_Vemono με θόρυβο.

Temodb_Vemono	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.45	0.61	0.52
φόβος	0.42	0.38	0.40
ευτυχία	0.32	0.16	0.21
ουδέτερο	0.35	0.26	0.30
λύπη	0.41	0.62	0.49

Πίνακας 137: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(700) του Temodb_Vsavee χωρίς θόρυβο.

Temodb_Vsavee	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.32	0.12	0.17
φόβος	1.00	0.02	0.03
ευτυχία	0.25	0.02	0.03
ουδέτερο	0.36	0.07	0.11
λύπη	0.22	0.95	0.35

Πίνακας 138: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1000) του Temodb_Vsavee με θόρυβο.

Temodb_Vsavee	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.42	0.10	0.17
φόβος	0.00	0.00	-
ευτυχία	0.22	0.05	0.09
ουδέτερο	0.41	0.11	0.18
λύπη	0.21	0.91	0.35

Πίνακας 139: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1000) του Tsavee_Vemono χωρίς θόρυβο.

Tsavee_Vemono	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.17	0.60	0.26
φόβος	0.22	0.26	0.24
ευτυχία	0.33	0.05	0.08
ουδέτερο	0.10	0.01	0.02
λύπη	1.00	0.05	0.09

Πίνακας 140: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1000) του Tsavee_Vemono με θόρυβο.

Tsavee_Vemono	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.20	0.75	0.31
φόβος	0.24	0.15	0.18
ευτυχία	0.44	0.02	0.05
ουδέτερο	0.15	0.02	0.04
λύπη	0.37	0.14	0.20

Πίνακας 141: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(900) του Tsavee_VemoDB χωρίς θόρυβο.

Tsavee_VemoDB	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.21	0.89	0.35
φόβος	0.21	0.15	0.17
ευτυχία	0.50	0.02	0.03
ουδέτερο	0.86	0.10	0.17
λύπη	1.00	0.05	0.09

Πίνακας 142: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1400) του Tsavee_VemoDB με θόρυβο.

Tsavee_VemoDB	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.23	0.93	0.36
φόβος	0.25	0.11	0.15
ευτυχία	0.44	0.02	0.03
ουδέτερο	0.54	0.09	0.15
λύπη	0.45	0.10	0.17

Πίνακας 143: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(200) του Temono_Vmonies χωρίς θόρυβο.

Temono_Vmonies	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.26	0.89	0.41
φόβος	0.27	0.05	0.08
ευτυχία	0.25	0.02	0.03
ουδέτερο	0.35	0.11	0.17
λύπη	0.32	0.35	0.34

Πίνακας 144: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1300) του Temono_Vmonies με θόρυβο.

Temono_Vmonies	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.28	0.76	0.41
φόβος	0.21	0.08	0.11
ευτυχία	0.20	0.06	0.09
ουδέτερο	0.23	0.10	0.14
λύπη	0.31	0.37	0.34

Πίνακας 145: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(700) του Temodb_Vmonies χωρίς θόρυβο.

Temodb_Vmonies	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.37	0.54	0.44
φόβος	0.38	0.14	0.21
ευτυχία	0.11	0.03	0.05
ουδέτερο	0.38	0.32	0.35
λύπη	0.30	0.60	0.40

Πίνακας 146: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(500) του Temodb_Vmonies με θόρυβο.

Temodb_Vmonies	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.30	0.46	0.36
φόβος	0.29	0.07	0.11
ευτυχία	0.24	0.11	0.15
ουδέτερο	0.34	0.16	0.22
λύπη	0.24	0.55	0.34

Πίνακας 147: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(500) του Tmonies_Vemono χωρίς θόρυβο.

Tmonies_Vemono	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.55	0.37	0.44
φόβος	0.30	0.24	0.27
ευτυχία	0.21	0.23	0.22
ουδέτερο	0.28	0.35	0.31
λύπη	0.26	0.32	0.29

Πίνακας 148: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1300) του Tmovies_Vemono με θόρυβο.

Tmovies_Vemono	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.38	0.56	0.45
φόβος	0.32	0.19	0.24
ευτυχία	0.17	0.19	0.18
ουδέτερο	0.30	0.22	0.26
λύπη	0.27	0.29	0.28

Πίνακας 149: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(400) του Tmovies_VemoDB χωρίς θόρυβο.

Tmovies_VemoDB	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.37	0.34	0.35
φόβος	0.39	0.29	0.33
ευτυχία	0.14	0.18	0.16
ουδέτερο	0.32	0.42	0.36
λύπη	0.60	0.47	0.53

Πίνακας 150: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(900) του Tmovies_VemoDB με θόρυβο.

Tmovies_VemoDB	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.46	0.51	0.48
φόβος	0.32	0.30	0.31
ευτυχία	0.18	0.17	0.17
ουδέτερο	0.41	0.52	0.46
λύπη	0.56	0.38	0.45

Πίνακας 151: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(600) του Tmovies_Vsavee χωρίς θόρυβο.

Tmovies_Vsavee	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.36	0.27	0.30
φόβος	0.32	0.32	0.32
ευτυχία	0.27	0.27	0.27
ουδέτερο	0.35	0.50	0.41
λύπη	0.33	0.28	0.31

Πίνακας 152: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(800) του Tmonies_Vsavee με θόρυβο.

Tmonies_Vsavee	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.36	0.09	0.15
φόβος	0.35	0.43	0.39
ευτυχία	0.22	0.23	0.22
ουδέτερο	0.26	0.63	0.37
λύπη	0.32	0.03	0.05

Πίνακας 153: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1400) του Tsavee_Vmonies χωρίς θόρυβο.

Tsavee_Vmonies	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.21	0.65	0.32
φόβος	0.23	0.33	0.27
ευτυχία	0.38	0.05	0.08
ουδέτερο	1.00	0.02	0.03
λύπη	0.59	0.21	0.31

Πίνακας 154: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(500) του Tsavee_Vmonies με θόρυβο.

Tsavee_Vmonies	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.24	0.62	0.35
φόβος	0.34	0.30	0.32
ευτυχία	0.36	0.07	0.11
ουδέτερο	0.42	0.25	0.31
λύπη	0.33	0.26	0.29

Πίνακας 155: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1300) του ValidEmono χωρίς θόρυβο.

ValidEmono	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.55	0.46	0.50
φόβος	0.29	0.43	0.34
ευτυχία	0.28	0.15	0.20
ουδέτερο	0.29	0.24	0.26
λύπη	0.36	0.46	0.41

Πίνακας 156: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(400) του ValidEmono με θόρυβο.

ValidEmono	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.48	0.57	0.52
φόβος	0.28	0.38	0.32
ευτυχία	0.41	0.15	0.22
ουδέτερο	0.28	0.11	0.16
λύπη	0.36	0.61	0.46

Πίνακας 157: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(400) του ValidEmoDB χωρίς θόρυβο.

ValidEmoDB	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.52	0.76	0.61
φόβος	0.41	0.47	0.44
ευτυχία	0.28	0.11	0.16
ουδέτερο	0.54	0.47	0.50
λύπη	0.65	0.73	0.69

Πίνακας 158: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(300) του ValidEmoDB με θόρυβο.

ValidEmoDB	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.46	0.85	0.60
φόβος	0.44	0.35	0.39
ευτυχία	0.20	0.10	0.13
ουδέτερο	0.48	0.30	0.37
λύπη	0.60	0.74	0.66

Πίνακας 159: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(1200) του Tsavée_Vmonies χωρίς θόρυβο.

ValidMovies	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.25	0.84	0.39
φόβος	0.22	0.10	0.13
ευτυχία	0.29	0.03	0.06
ουδέτερο	0.48	0.19	0.27
λύπη	0.42	0.32	0.36

Πίνακας 160: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(200) του ValidMovies με θόρυβο.

ValidMovies	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.28	0.71	0.40
φόβος	0.29	0.18	0.22
ευτυχία	0.25	0.08	0.12
ουδέτερο	0.37	0.19	0.25
λύπη	0.37	0.37	0.37

Πίνακας 161: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(400) του ValidSavee χωρίς θόρυβο.

ValidSavee	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.32	0.23	0.27
φόβος	0.33	0.10	0.15
ευτυχία	0.56	0.08	0.14
ουδέτερο	0.24	0.20	0.22
λύπη	0.28	0.83	0.42

Πίνακας 162: precision (p)/recall (r)/f1 score για κάθε συναίσθημα για την καλύτερη επίδοση, με μέγεθος λεξικού(900) του ValidSavee με θόρυβο.

ValidSavee	Precision	recall	F1 score
θυμός	0.44	0.15	0.22
φόβος	0.46	0.11	0.18
ευτυχία	0.40	0.10	0.15
ουδέτερο	0.28	0.24	0.26
λύπη	0.25	0.82	0.38

4.5 Σύγκριση αποτελεσμάτων με μία βασική γραμμή

Συγκρίνουμε την μέθοδό μας, με μία απλούστερη την οποία την ονομάζουμε «baseline 1». Η τελευταία χρησιμοποιεί έναν ταξινομητή (SVM), εκπαιδευμένο με παραδοσιακά χαρακτηριστικά. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιούμε ιστογράμματα προσανατολισμένων διαβαθμίσεων (Histograms of Oriented Gradients - HOGs) [37]. Τοπικά δυαδικά μοτίβα (Local Binary Patterns - LBPs), και ιστογράμματα με συντελεστές χρώματος.

Η εξαγωγή χαρακτηριστικών έχει εκτελεστεί σε πλέγμα 2×2, δηλαδή όλες οι λειτουργίες έχουν υπολογιστεί σε 4 πλέγματα και στη συνέχεια τα διανυσματικά χαρακτηριστικά συγχωνεύθηκαν σε ένα μόνο διάνυσμα χαρακτηριστικών που αντιπροσωπεύει ολόκληρη

την εικόνα. Επίσης τα συγκρίνουμε και με μία δεύτερη μέθοδο (θα την αποκαλούμε «baseline 2») όπου χρησιμοποιούνται βραχυπρόθεσμα χαρακτηριστικά ήχου που εξάγονται απευθείας στο σήμα της ομιλίας. Αυτά τα χαρακτηριστικά έχουν εξαχθεί χρησιμοποιώντας [35] και την ενεργειακή ταχύτητα μηδενικής διέλευσης, την εντροπία ενέργειας, την φασματική κεντροειδή, την φασματική εξάπλωση, την φασματική εντροπία, την φασματική ροή, τους συντελεστές κεφαλικής συχνότητας (mel), το χρωματικό διάνυσμα αλλά και την απόκλιση χρωμάτων. Όπως βλέπουμε στον πίνακα 106 σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις, η προτεινόμενη μεθοδολογία μας υπερισχύει από τις άλλες.

Πίνακας 163: συγκριτικά αποτελέσματα της προτεινόμενης μεθόδου με δύο βασικές γραμμές, όσον αφορά τη βαθμολογία f1

	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ	BASELINE 1	BASELINE 2
EMOVO	0.49	0.42	0.45
SAVEE	0.43	0.32	0.30
EMO-DB	0.65	0.68	0.80
MOVIES	0.47	0.39	0.32
KIDS	0.83	0.73	0.75

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

Στην εκπαίδευση υπάρχει μια δυσκολία στην αναγνώριση των συναισθημάτων των παιδιών, και εδώ είναι όπου η τρέχουσα τεχνολογία αιχμής έρχεται να βοηθήσει τον εκπαιδευτικό να εντοπίσει τα συναισθήματα με ταχύτερο και πιο επαρκές τρόπο, έτσι ώστε να προσπαθήσουμε να ελέγξουμε οποιοδήποτε αρνητικό αποτέλεσμα.

Στην παρούσα εργασία προσπαθήσαμε να αναγνωρίσουμε την συναισθηματική κατάσταση των ανθρώπων, βασιζόμενοι μόνο σε ηχητικά δεδομένα. Πιο συγκεκριμένα η μέθοδός μας εξάγει μη γλωσσικά στοιχεία από φασματογράμματα που αναπαριστούν τμήματα ήχου. Από κάθε φασματογράμμα, με την βοήθεια ενός πλέγματος δειγματοληψίας εξάχθηκαν διαφορά σημεία ενδιαφέροντος. Από αυτά εξάχθηκαν τα SURF χαρακτηριστικά, τα οποία χρησιμοποιήσαμε για να εκπαιδεύσουμε το μοντέλο BoVW, το οποίο έπειτα χρησιμοποιήθηκε για την ταξινόμηση των συναισθημάτων με τις SVMs.

Αξιολογήσαμε την προτεινόμενη μεθοδολογία χρησιμοποιώντας 4 σύνολα δεδομένων, και επίσης κατασκευάσαμε ένα ακόμη σύνολο δεδομένων από αληθινές ηχογραφήσεις από μαθητές γυμνασίου. Από τα πειράματά μας παρατηρήσαμε ότι στις περισσότερες περιπτώσεις ξεπεράσαμε τις δύο βασικές προσεγγίσεις. Θυμίζουμε ότι η μία βασιζόταν σε οπτικά χαρακτηριστικά από τα φασματογράμματα, και η άλλη σε ηχητικά φασματικά χαρακτηριστικά. Επίσης παρατηρήσαμε πως με την μέθοδο μας, μπορέσαμε και αναγνωρίσαμε σε επαρκή βαθμό συναισθήματα μίας γλώσσας, εκπαιδεύοντας όμως το μοντέλο μας με μία εντελώς διαφορετική γλώσσα.

Στο πλαίσιο της μελλοντικής μας εργασίας, σκοπεύουμε να ενισχύσουμε την μεθοδολογία μας και να κάνουμε πειράματα σε μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες. όπου εκεί είναι πιο δύσκολο γίνει με επιτυχία η αναγνώριση των συναισθημάτων. Επιπλέον σκοπεύουμε να κάνουμε έρευνα για το κατά πόσο μπορεί το παραπάνω σύστημα να λειτουργεί στο παρασκήνιο, και να καταγράφει σε αληθινό χρόνο. πληροφορίες από τους μαθητές, να αξιολογεί την γνώση που απέκτησαν, καθώς και να βγάζει ακριβή συμπεράσματα που θα βοηθούν στην.

Τέλος, αισθανόμαστε ότι η αναγνώριση συναισθημάτων, μπορεί να προκαλέσει το ενδιαφέρον πολλών άλλων τομέων εφαρμογών. Οι πιο σημαντικοί από αυτούς είναι είναι: 1) το marketing όπου θα μπορεί να προσαρμόζεται ανάλογα με την συναισθηματική κατάσταση του ατόμου, 2) έξυπνα αυτοκίνητα. για την αναγνώριση της συναισθηματικής κατάστασης του οδηγού με σκοπό την αποφυγή ατυχημάτων, 3) αξιολόγηση της

προσωπικότητας των υποψηφίων κατά την διάρκεια συνεντεύξεων, 4) αξιολόγηση των υπαλλήλων μιας επιχείρησης, ή της ικανοποίησης των πελατών κατά την διάρκεια μια αλληλεπίδρασης πχ. σε ένα τηλεφωνικό κέντρο. 5) μια καλύτερη εμπειρία παιχνιδιού. καταλαβαίνοντας την συναισθηματική απάντηση που δίνει ο παίχτης, οδηγώντας στην αλλαγή του σεναρίου του παιχνιδιού.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] Cowie, R., Douglas-Cowie, E., Tsapatsoulis, N., Votsis, G., Kollias, S., Fellenz, W., & Taylor, J. G. (2001). Emotion recognition in human-computer interaction. *IEEE Signal processing magazine*, 18(1), 32-80.
- [2] Baltrušaitis, T., McDuff, D., Banda, N., Mahmoud, M., El Kaliouby, R., Robinson, P., & Picard, R. (2011, March). Real-time inference of mental states from facial expressions and upper body gestures. In *Automatic Face & Gesture Recognition and Workshops (FG 2011)*. 2011 IEEE International Conference on (pp. 909-914). IEEE
- [3] Piana, S., Stagliano, A., Odone, F., Verri, A., & Camurri, A. (2014). Real-time automatic emotion recognition from body gestures. *arXiv preprint arXiv:1402.5047*.
- [4] Papakostas, M., Spyrou, E., Giannakopoulos, T., Siantikos, G., Sgouropoulos, D., Mylonas, P., & Makedon, F. (2017). Deep Visual Attributes vs. Hand-Crafted Audio Features on Multidomain Speech Emotion Recognition. *Computation*, 5(2), 26.
- [5] Koolagudi, S. G., & Rao, K. S. (2012). Emotion recognition from speech: a review. *International journal of 338 speech technology*, 15(2), 99-117.
- [6] Haag, A., Goronzy, S., Schaich, P., & Williams, J. (2004, June). Emotion recognition using bio-sensors: First steps towards an automatic system. In *Tutorial and research workshop on affective dialogue systems* (pp. 36-48). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [7] Anagnostopoulos, C. N., Iliou, T., & Giannoukos, I. (2015). Features and classifiers for emotion recognition from speech: a survey from 2000 to 2011. *Artificial Intelligence Review*, 43(2), 155-177.
- [8] El Ayadi, M., Kamel, M. S., & Karray, F. (2011). Survey on speech emotion recognition: Features, classification schemes, and databases. *Pattern Recognition*, 44(3), 572-587
- [9] Fei-Fei, L., & Perona, P. (2005, June). A bayesian hierarchical model for learning natural scene categories. In *Computer Vision and Pattern Recognition, 2005. CVPR 2005*. IEEE Computer Society Conference on (Vol. 2, pp. 524-531). IEEE.
- [10] Spyrou, E., Giannakopoulos, T., Sgouropoulos, D., & Papakostas, M. (2017, July). Extracting emotions from speech using a bag-of-visual-words approach. In *Semantic and Social Media Adaptation and Personalization (SMAP)*. 2017 12th International Workshop on (pp. 80-83). IEEE.
- [11] Y. Wang and L. Guan. Recognizing human emotional state from audiovisual signals. *IEEE Trans. on Multimedia*, 10(5), pp.936–946. 2008.
- [12] A. Nogueiras, A. Moreno, A. Bonafonte and J.B. Marino. Speech emotion recognition using hidden Markov models. In *INTERSPEECH*. 2001
- [13] A. Hanjalic. Extracting moods from pictures and sounds: Towards truly personalized TV. *IEEE Signal Proc. Magazine*, 23(2), pp.90–100. 2006.
- [14] L. Lu, D. Liu and H.J. Zhang. Automatic mood detection and tracking of music audio signals. *IEEE Trans. on audio, speech, and language processing*, vol. 14(1), pp.5–18. 2006.

- [15] Y.H. Yang, Y.C. Lin, Y.F. Su, and H.H. Chen. A regression approach to music emotion recognition. *IEEE Trans. on audio, speech, and language processing*, vol.16(2), pp.448-457, 2008.
- [16] M. Grimm, K. Kroschel, E. Mower and S. Narayanan. Primitives-based evaluation and estimation of emotions in speech. *Speech Communication*, 49(10), pp.787-800, 2007.
- [17] M. Wöllmer, F. Eyben, S. Reiter, B.W. Schuller, C.Cox, E. Douglas-Cowie and R. Cowie. Abandoning emotion classes-towards continuous emotion recognition with modelling of long-range dependencies. In *Interspeech*, vol. 2008, pp. 597–600, 2008.
- [18] T. Giannakopoulos, A. Pikrakis and S. Theodoridis. A dimensional approach to emotion recognition of speech from movies. In *IEEE Int'l Conf. Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 2009.
- [19] R. Plutchik and H. Kellerman (eds.). *Emotion: theory, research and experience*. Vol. 1. Theories of emotion. 370 Academic Press, 1980.
- [20] H. Lee, P. Pham, Y. Largman and A.Y. Ng. Unsupervised feature learning for audio classification using convolutional deep belief networks. In *Advances in neural information processing systems*, 2009.
- [21] T. Zhang and C.C.J. Kuo. Audio content analysis for online audiovisual data segmentation and classification. *IEEE Trans. on speech and audio processing*, vol.9(4), pp.441–457, 2001.
- [22] L. He, M. Lech, N. Maddage and N. Allen. Stress and emotion recognition using log-Gabor filter analysis of speech spectrograms. In *Proc. of Int'l Conf. on Affective Computing and Intelligent Interaction*, IEEE, 2009.
- [23] Q. Mao, M. Dong, Z. Huang and Y. Zhan. Learning salient features for speech emotion recognition using convolutional neural networks. *IEEE Transactions on Multimedia*, 16(8), pp.2203–2213, 2014.
- [24] J.G. Martíñez. Recognition and emotions. A critical approach on education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 46 pp. 3925-3930, 2012.
- [25] A. Tickle, S. Raghu and M. Elshaw. Emotional recognition from the speech signal for a virtual education agent. *Journal of Physics: Conference Series* 2013 (Vol. 450, No. 1, p. 012053), IOP Publishing, 2013.
- [26] K. Bahreini, R. Nadolski and W. Westera. Towards real-time speech emotion recognition for affective e-learning. *Educ. and Inform. Techn.* 21(5):1367-86, 2016.
- [27] Z.S. Harris. Distributional structure. *Word*, 10(2–3), pp.146–162, 1954.
- [28] J. Sivic and A. Zisserman. Efficient visual search of videos cast as text retrieval. *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 31(4), pp. 591–606, 2009.
- [29] H. Bay, A. Ess, T. Tuytelaars and L. Van Gool. Speeded-up robust features (SURF). *Computer Vision and Image Understanding*, 110(3), pp.346–359, 2008.
- [30] Alfanindya, A., Hashim, N., & Eswaran, C. (2013, June). Content Based Image Retrieval and Classification using speeded-up robust features (SURF) and grouped bag-of-visual-words

- (GBoVW). In Technology. Informatics. Management. Engineering. and Environment (TIME-E). 2013 International Conference on (pp. 77-82). IEEE
- [31] T. Tuytelaars. Dense interest points. in proc. of IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2010
- [32] G. Costantini. I. Iaderola. A. Paoloni and M. Todisco. EMOVO Corpus: an Italian Emotional Speech Database. In Proc. of the Ninth Int'l Conf. on Language Resources and Evaluation (LREC). 2014.
- [33] S. Haq. P.J. Jackson and J. Edge. Speaker-dependent audio-visual emotion recognition. In Proc. of the Int'l Conf. on Audio-Visual Speech Processing. 2009.
- [34] F. Burkhardt. A. Paeschke. M. Rolfes. W.F. Sendlmeier and B. Weiss. A database of German emotional speech. In Interspeech. vol.5. pp. 1517–1520. 2005.
- [35] T. Giannakopoulos. pyAudioAnalysis: An Open-Source Python Library for Audio Signal Analysis. PloS one. vol. 10(2). pp. e0144610. 2015.
- [36] MATLAB and Computer Vision Toolbox Release 2017a. The MathWorks. Inc.. Natick. Massachusetts. United 405 States.
- [37] N. Dalal and B. Triggs. Histograms of oriented gradients for human detection. In Proc. of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2005.
- [38] Z. Guo. L. Zhang. and D. Zhang. A completed modeling of local binary pattern operator for texture classification. 409 IEEE Trans. on Image Processing 19(6). pp.1657–1663. 2010.
- [39] Y. Kim. T. Soyata and R.F.Behnagh Towards Emotionally aware AI classroom: current issues and directions for 411 engineering education IEEEAccess Identifier 10.119. 2018.
- [40] I.Arroyo. D. Cooper. W. Burlison. B. Woolf. K. Muldner. and R. Christopherson. Emotion Sensors Go To School. 413 Frontiers in Artificial Intelligence and Applications. 200. 10.3233/978-1-60750-028-5-17. 2009
- [41] R. Picard. S. Papert. W. Bender. B. Blumberg. C. Breazeal. D. Cavallo. C. Strohecker Affective learning – a manifesto. BT Technology Journal. 22(4): 253–269. 2004.
- [42] M. Holbrook and J. Vera. The Gift of Confidence-A Vygotskian View of Emotions..chapter 4 pp. 46-58. First published: 14 January 2008. 2012
- [43] Kołakowska. Agata and Landowska. Agnieszka and Szwoch. Mariusz and Szwoch. Wioleta and Wróbel. 419 Michał. Emotion Recognition and Its Applications. Advances in Intelligent Systems and Computing. 300. 51-62. 420 10.1007/978-3-319-08491-6-5.2014.
- [44] Sutton. R. E.. and Wheatley. K. F. Teachers' Emotions and Teaching: A Review of the Literature and Directions for Future Research. Educational Psychology Review. 15(4). pp.327-358. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1026131715856>. 2003
- [45] Linnenbrink. E. A. and Pintrich. P. R. Multiple pathways to learning and achievement: The role of goal orientation in fostering adaptive motivation. affect. and cognition. In C. Sansone and J. M. Harackiewicz (Eds.). Intrinsic and extrinsic motivation: The search for optimal motivation and

- performance (pp. 195-227). San Diego. CA. US: Academic Press. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-012619070-0/50030-1>. 2000.
- [46] G. Macklem Practitioner's Guide to Emotion Regulation in School-Aged Children ISBN 978-0-387-73851-2. DOI 10.1007/978-0-387-73851-2 pp.63-81. 99-121. 2008
- [47] G. Macklem Boredom in the classroom: Addressing student motivation, self-regulation, and engagement in learning. ISBN 978-3-319-13120-7. DOI 10.1007/978-3-319-13120-7 SpringerBriefs in Psychology pp.35-43. 2015
- [48] K. Weare Developing the Emotionally Literate School SAGE Publications Ltd ISBN: 9780761940869. 2004.
- [49] L. Fried. Teaching Teachers about Emotion Regulation in the Classroom. Australian Journal of Teacher Education. 36(3). <http://dx.doi.org/10.14221/ajte.2011v36n3.1>. 2011
- [50] M. Spring. D. Wagener and J. Funke. The role of emotions in complex problem-solving. Cognition and Emotion. 19(8). 1252-1261. <http://dx.doi.org/10.1080/02699930500304886>. 2005.
- [51] M. Buckley and C. Saarni. Skills of emotional competence: Developmental implications. In J. Ciarrochi, J. R. Forgas, and J. D. Mayer (Eds.). Emotional intelligence in everyday life (pp. 51-76). Hove, England: Psychology Press/Erlbaum (UK) Taylor and Francis. 2006.
- [52] R. Sutton Emotional regulation goals and strategies of teachers Social Psychology of Education. Volume 7. Issue 4. pp 379–398. 2004
- [53] C. Howes. Social-emotional Classroom Climate in Child Care. Child-Teacher Relationships and Children's Second Grade Peer Relations. Social Development. 9: 191-204. doi:10.1111/1467-9507.00119. 2000.
- [54] E. Spyrou, N. Vretos, A. Pomazanskyi, S. Asteriadis and H. Leligou Exploiting IoT Technologies for Personalized Learning 1-8. 10.1109/CIG.2018.8490454. 2018
- [55] D. Tsatsou, A. Pomazanskyi, E. Hortal, E. Spyrou, H. Leligou, S. Asteriadis, N. Vretos, P. Daras Adaptive Learning Based on Affect Sensing International Conference on Artificial Intelligence in Education AIED 2018: Artificial Intelligence in Education pp 475-479. 2018
- [56] Gabriella Csurka, Christopher R. Dance, Lixin Fan, Jutta Willamowski, Cédric Bray. Visual Categorization with Bags of Keypoints In ECCV International Workshop on Statistical Learning in Computer Vision (2004).
- [57] Kiri Wagstaff, Claire Cardie, Seth Rogers, Stefan Schroedl. Constrained K-means Clustering with Background Knowledge Proceedings of the Eighteenth International Conference on Machine Learning. 2001. p. 577-584.
- [58] Wang Z., Xue X. (2014) Multi-Class Support Vector Machine. In: Ma Y., Guo G. (eds) Support Vector Machines Applications. Springer, Cham
- [59] MacQueen, J.B. (1967). Some Methods for Classification and Analysis of Multivariate Observations. Proc. Symp. Math. and Probability. 5th., Berkeley. 1. 281-297. AD 669871. University of California Press, Berkeley, CA

- [60] D. Pelleg and A. Moore. X-Means: Extending K-means with Efficient Estimation of the Number of Clusters, International Conference on Machine Learning, 2000.