

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



## Πτυχιακή εργασία

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ  
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΥΦΗΣ ΓΙΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ  
ΣΥΝΑΙΣΘΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗΝ  
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟΥ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΑΚΡΙΒΩΣΗ ΤΟΥ  
ΥΠΟΠΤΟΥ ΑΠΟ ΒΙΝΤΕΟ ΠΡΟΣΩΠΩΝ**

**ΣΟΛΟΜΟΥ ΣΑΒΒΑΣ**

Σύμβουλοι καθηγητές : Δρ. Χρήστος Λοΐζου.

ΛΕΜΕΣΟΣ 2016



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

## **Πτυχιακή εργασία**

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ  
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΥΦΗΣ ΓΙΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ  
ΣΥΝΑΙΣΘΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗΝ  
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟΥ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΑΚΡΙΒΩΣΗ ΤΟΥ  
ΥΠΟΠΤΟΥ ΑΠΟ ΒΙΝΤΕΟ ΠΡΟΣΩΠΩΝ**

**ΣΟΛΟΜΟΥ ΣΑΒΒΑΣ**

Σύμβουλοι καθηγητές : Δρ. Χρήστος Λοΐζου

Λεμεσός 2016

## **Πνευματικά δικαιώματα**

Copyright © Σάββας Σολωμού. 2016

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

## **Ευχαριστίες**

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους επιβλέπων καθηγητές μου Δρ. Χρίστο Λοΐζου και Δρ. Ανδρέα Λανίτη Αναπληρωτή Καθηγητή Σχολής Καλών και Εφαρμοσμένων Τεχνών για την πολύτιμη βοήθεια, Συμβουλές, την δημιουργική κριτική που ασκούσαν και τα σχόλια που γενναιόδωρα έδωσαν για την ολοκλήρωση της μελέτης αυτής.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω όλο το ακαδημαϊκό προσωπικό του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου για την ποιότητα μάθησης που μου πρόσφερε τα τελευταία χρόνια.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την οικονομική και ψυχολογική υποστήριξη που μου παρείχε έτσι ώστε να καταφέρω να ολοκληρώσω με επιτυχία τις σπουδές μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αναγνώριση των εκφράσεων του ανθρώπινου προσώπου είναι μία έμφυτη ικανότητα των ανθρώπων η οποία αναπτύσσεται από πολύ νωρίς. Μία τέτοια ικανότητα είναι χρήσιμη και απαραίτητη να κατέχετε από τα υπολογιστικά συστήματα. Μέσω των εκφράσεων του προσώπου μπορούν να εξαχθούν πολύτιμα συμπεράσματα για τη συναισθηματική κατάσταση του προσώπου προς παρακολούθηση τα οποία αν αξιοποιηθούν σωστά μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά τον τρόπο και την ποιότητα της αλληλεπίδρασης του υπολογιστή με τον χρήστη. Στην αναγνώριση των εκφράσεων και κατ' επέκταση των συναισθημάτων βασίζεται πληθώρα εφαρμογών όπως τα παιχνίδια βίντεο, η προσωποποιημένη επιλογή μουσικής και τηλεοπτικών προγραμμάτων, τα συστήματα ασφαλείας των αυτοκινήτων κ.α..

Σε πολυσύχναστους χώρους η γενική παρακολούθηση της συμπεριφοράς και αναγνώριση των εκφράσεων των παραβρισκόμενων είναι μια σημαντική και πολυέξοδη λειτουργία. Αυτό περιλαμβάνει την χρήση ενός κλειστού συστήματος παρακολούθησης με την χρήση ανθρώπινου δυναμικού ως παρατηρητές και επιτηρητές. Το πρόβλημα που μελετήθηκε στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι ο έλεγχος της καταλληλότητας χαρακτηριστικών υφής (XY) τα οποία εξάγονται από διαφορετικά μέρη του προσώπου και την χρήση τους στην αναγνώριση των εκφράσεων. Έχει γι' αυτό τον σκοπό προκύψει ένα ολοκληρωμένο λογισμικό σύστημα που να μπορεί αναγνωρίζει την έκφραση του προσώπου και κατ' επέκταση τις προθέσεις ακόμη και τον εγκληματικό χαρακτήρα κάποιου ανθρώπου μέσω μιας βιντεοκάμερας ή ενός κλειστού κυκλώματος παρακολούθησης. Ο επιπλέον στόχος αυτής της διπλωματικής είναι η διερεύνηση της καταλληλότητας των XY μέσω διαφόρων στατιστικών τεχνικών με την χρήση του λογισμικού Matlab® για τον διαχωρισμό την αναγνώριση συναισθημάτων αλλά και την εξακρίβωση υπόπτων προσώπων. Το ολοκληρωμένο λογισμικό σύστημα που προκύπτει μας υποβοηθά να εξακριβώνουμε την πρόθεση κάποιου ανθρώπου. Μέσα στα πλαίσια της διπλωματικής αυτής της εργασίας έγινε έρευνα για εύρεση της καταλληλότερης βάσης δεδομένων έτσι ώστε να βρεθούν βίντεο από τις 7 βασικότερες εκφράσεις του προσώπου από διαφορετικά άτομα. Η βάση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε ήταν η βάση δεδομένων του Cohn Canade (C++) και περιέχει 500 διαφορετικά βίντεο εκφράσεων από τις 7 βασικότερες εκφράσεις (Φόβος, Έκπληξη, Θύμος, Χαρά, Λύπη, Ουδέτερη έκφραση και, Αϊδία). Το κάθε βίντεο περιλάμβανε διαφορετικό αριθμό πλαισίων και όλα τα βίντεο παρείχαν τα AAM Landmarks (Active Appearance Models) που

είναι χαρακτηριστικά σημεία στο πρόσωπο. Στην συνέχεια έγινε μετατροπή των βίντεο της βάσης δεδομένων από έγχρωμη μορφή σε διαβαθμίσεις του γκρι έτσι ώστε να μπορεί να γίνει επεξεργασία για εξαγωγή των XY. Επίσης για την αύξηση της ακρίβειας των μετρήσεων εφαρμόστηκε κανονικοποίηση ιστογράμματος έτσι ώστε να επιτευχθεί η συνοχή του δυναμικού εύρους των εικονοστοιχείων. Στην συνέχεια έγινε κατάτμηση του προσώπου από τα βίντεο και διαχωρισμός του σε 4 μέρη: α) το ολικό μέρος που περιλαμβάνει όλο το εσωτερικό μέρος του προσώπου β) το πάνω μέρος που είναι η κατάτμηση του προσώπου από τα μάτια και πάνω. γ) το μέσο μέρος που είναι η κατάτμηση του προσώπου από τα πάνω χείλη μέχρι το κάτω μέρος των ματιών και δ) το κάτω μέρος που είναι η κατάτμηση του προσώπου από το κάτω μέρος του πηγουνιού μέχρι το πάνω μέρος των χιλίων. Ακολούθως εξάχθηκαν 66 διαφορετικά XY από τα πιο πάνω μέρη του προσώπου και υπολογίστηκε ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση του κάθε XY για κάθε μια από τις 7 διαφορετικές εκφράσεις. Ακολούθως υπολογίστηκε ο διανυσματικός μέσος όρος δηλαδή ο μέσος όρος της τιμής κάθε XY για κάθε πλαίσιο του βίντεο. Τα διανύσματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν για να ελεγχθούν οι κατανομές του κάθε XY για κάθε έκφραση ως προς την στατιστική διαφορά που υπάρχει ανάμεσα σε κάθε συνδυασμό εκφράσεων, την συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ του κάθε συνδυασμού εκφράσεων και την γενική κατανομή του κάθε XY για κάθε έκφραση και κάθε μέρος του προσώπου. Κάποια σημαντικά αποτελέσματα που εξάχθηκαν από την ανάλυση είναι ότι χρησιμοποιώντας το XY αθροίσματος διακύμανσης (Sum variance) από την ομάδα χαρακτηριστικών Spatial Gray Level Dependence Matrices (SGLDMr) - Range of values για το ολικό μέρος του προσώπου μπορούν να διαχωριστούν οι εκφράσεις του φόβου ( $0.69 \pm 0.36$ ) και της λύπης ( $0.42 \pm 0.22$ ) ( $p=0.001$ ,  $\rho=0.0008$ ). Από τα αποτελέσματα που εξάχθηκαν παρατηρήθηκε ότι τα XY συμπεριφέρονται διαφορετικά από έκφραση σε έκφραση στα βίντεο για την ίδια έκφραση έτσι ώστε να μπορούν να τις διαχωρίσουν. Αυτό οφείλετε στον διαφορετικό βαθμό αντιπροσώπευσης της έκφρασης από το πρόσωπο.

Σε μια μελλοντική εργασία μπορεί να γίνει περαιτέρω στατιστική ανάλυση και με την εύρεση της καταλληλότερης βάσης δεδομένων με εκφράσεις που μπορούν να θεωρηθούν ύποπτες και σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας μπορούν να αξιοποιηθούν με σκοπό την δημιουργία ενός αυτόνομου συστήματος αναγνώρισης της έκφρασης και κατ' επέκταση της αναγνώρισης υπόπτων σε κοινόχρηστους χώρους

## **ABSTRACT**

The recognition of human facial expressions is an innate ability of people which grows well in advance. Such a capability is useful and necessary to be carried out by computer systems. Through facial expressions it will be possible to monitor the emotional state of the person, which if used properly, it can significantly improve the way and the quality of the computer's interaction with the user. The recognition of expressions will allow the development of numerous applications such as video games, the personalized selection of music and television and car security systems.

In crowded situations the general monitoring of the behavior and identification of the attendees expressions is an important and costly operation. This includes the use of a video surveillance system using human resources as observers and monitors. The problem was studied in the context of this thesis is the analysis of the suitability of texture features (TF) exported from different parts of the face in identifying expressions. For this purpose we implemented an integrated software system that can recognize facial expressions and therefore the intentions and even someone's criminal character based on footage captured by a camcorder or a video surveillance system. The additional aim of this thesis is to investigate the suitability of TF through different statistical techniques using the Matlab® software for separating facial expressions, identifying feelings and suspicious persons. The resulting integrated software system can be used for verifying someone's intention. Within the framework of this thesis a survey was conducted to find the most appropriate data base in order to find video from 7 basic facial expressions of different people. The database used was the database Cohn Canade (C++) and contains 500 different expressions video from 7 basic expressions (fear, Surprise, Anger, Joy, Sorrow, Neutrality and disgust). Each video contained a different number of frames and all videos provided by AAM Landmarks (Active Appearance Models) that are characteristic points in the face. Frames from the video database were converted from color to grayscale form so that it can be processed to extract the TF. Also for increasing the accuracy of measurements we applied histogram normalization to achieve consistency of dynamic range of the pixel intensities. Subsequently a given face was split into 4 parts: a) the whole part that contains the internal face b) the upper part which is the partition of a face above the person's eyes. c) the middle part that is the segmentation of the face of the upper lip to the bottom of the eyes and d) lower part that is the segmentation of the person from the bottom of the chin to the



bottom of a the nose. Subsequently we exported 66 different TF of the above parts of the face and averaged and the standard deviation of each TF for each of the seven different expressions. Then we calculated the vector mean that the average value for each TF for each frame of video. The vectors were used to control the allocation of each TF for each expression in the statistical difference between each combination of expressions, the correlation that exists between each expression combination and the general distribution of each TF for each expression and each part facial.

Some significant results were derived from the analysis is that using TF Sum variance from the group features Spatial Gray Level Dependence Matrices (SGLDMr) - Range of values for the whole of the face can separate the fear expressions ( $0.69 \pm 0.36$ ) and sadness ( $0.42 \pm 0.22$ ). The statistical difference between the two expressions is 1% ( $p < 0.01$ ) and the correlation ( $r$ ) between the two expressions for that attribute is 0.0008. From the results derived TF were observed to behave differently in different expression and also in the same video for the same expression. This is due to the different degree of representation of the face expression.

In a future work can be further statistical analysis and finding the most suitable database expressions that may be considered suspicious and combined with the results of this thesis can be used to create an autonomous expression recognition system and by hence the identification of suspects.

# Περιεχόμενα

Πνευματικά δικαιώματα .....	iv
Ευχαριστίες.....	v
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	vi
Περιεχόμενα .....	x
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	xii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ .....	xiv
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	xvi
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	1
1.1 Εισαγωγή .....	1
1.2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	3
1.3 Ερευνητικοί στόχοι παρούσας πτυχιακής εργασίας .....	6
1.4 Διάγραμμα ροής υπολογιστικού συστήματος .....	8
1.5 Σύντομη περιγραφή περιεχομένων της πτυχιακής εργασίας.....	8
2 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ.....	10
2.1 Ενεργά μοντέλα (AAM) .....	10
2.2 Μέθοδοι ανάλυση υφής.....	12
2.3 Κανονικοποίηση ιστογράμματος.....	16
2.4 Αριθμητικός μέσος όρος.....	17
2.5 Τυπική απόκλιση .....	18
2.6 Παραμετρικός έλεγχος Wilcoxon.....	18
2.7 Συσχέτιση Pearson r-value .....	19
2.8 IQR (Ενδοτεταρτημοριακό εύρος) .....	20
3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....	21
3.1 Επιλογή βάσης δεδομένων .....	21

3.2	Προ επεξεργασία των βίντεο .....	23
3.3	Κατάτμηση και κανονικοποίηση προσώπου .....	25
3.4	Εξαγωγή ΧΥ .....	26
3.5	Επεξεργασία των ΧΥ .....	26
3.5.1	Υπολογισμός μέσου ορού και τυπικής απόκλισης .....	27
3.5.2	Παραμετρικός έλεγχος Wilcoxon.....	28
3.5.3	Συσχέτιση Pearson r-value .....	29
3.5.4	Στατιστικά όρια .....	30
4	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	32
4.1	Επιλογή σημαντικότερων ΧΥ .....	32
4.2	Μέσος όρος και τυπική απόκλιση .....	37
4.3	Επιλογή των καλύτερων ΧΥ για τον διαχωρισμό των 21 συνδυασμών εκφράσεων 45	
4.4	Έλεγχος των τιμών για τις κατανομές των καταλληλότερων ΧΥ.....	48
4.5	Έλεγχος διαφορετικότητας των ΧΥ για κάθε συνδυασμό και κάθε περιοχή.....	50
4.6	Οπτική παρατήρηση του IQR.....	53
	55	
4.7	Οπτική παρατήρηση των κατανομών .....	60
5	ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	65
5.1	Σύγκριση Μεθόδου και Αποτελεσμάτων με Προηγούμενες Εργασίες.....	65
5.2	Συμπεράσματα.....	69
5.3	Μελλοντικοί Στόχοι.....	72
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	74
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	77
	Διαγράμματα ροής του προτεινόμενου συστήματος .....	77

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίν. 1.1: Ερευνητικές εργασίες στην αναγνώριση εκφράσεων του προσώπου .....	6
Πίν. 2.1 Ομάδες και ονομασίες XY.....	12
Πίν. 3.1: Οι 7 σημαντικότερες εκφράσεις προσώπου και ο αριθμός βίντεο για κάθε μια από τις 7 σημαντικότερες εκφράσεις.....	21
Πίν. 4.1: Ομάδες και αριθμός των XY που είναι στατιστικά σημαντικά μεταξύ των διαφορετικών εκφράσεων.....	32
Πίν. 4.2: Μέσος όρος και τυπική απόκλιση.....	38
Πίν. 4.3: Πίνακας XY με σημαντικές στατιστικές διαφορές και συσχέτιση καταλληλότερων χαρακτηριστικών.....	45
Πίν. 4.4: Έλεγχος διακύμανσης XY.....	48
Πίν. 4.5: Αποτελέσματα ελέγχου διαφορετικότητας κατανομών των σημαντικότερων χαρακτηριστικών για το ολικό μέρος του προσώπου.....	50
Πίν. 4.6: Αποτελέσματα ελέγχου διαφορετικότητας κατανομών των σημαντικότερων χαρακτηριστικών για το πάνω μέρος του προσώπου.....	51
Πίν. 4.7: Αποτελέσματα ελέγχου διαφορετικότητας κατανομών των σημαντικότερων χαρακτηριστικών για το μέσο μέρος του προσώπου.....	51
Πίν. 4.8: Αποτελέσματα ελέγχου διαφορετικότητας κατανομών των σημαντικότερων χαρακτηριστικών για το κάτω μέρος του προσώπου.....	52
Πίν. 4.9: Συνοπτικός πίνακας παρουσίασης καλύτερων αποδόσεων.....	52
Πίν. 4.10: Αποτελέσματα (P-value/ R_value) για το XY κύρτωση (kurtosis) της ολικής περιοχής του προσώπου.....	53
Πίν. 4.11: Αποτελέσματα (P-value/ R_value) για το XY διακύμανσης (Sum Variance) της ολικής περιοχής του προσώπου.....	55
Πίν. 4.12: Αποτελέσματα (P-value/ R_value) για το XY γωνιακή δεύτερη ορμή (angular second moment) της πάνω περιοχής του προσώπου.....	56

Πίν. 4.13: Αποτελέσματα (P-value/ R_value) για το XY συσχέτιση (correlation)της πάνω περιοχής του προσώπου.....	58
Πίν. 4.14: Αποτελέσματα (P-value/ R_value) για το XY πληροφορίες μετρήσεων από τη συσχέτιση (information measures of correlation)της πάνω περιοχής του προσώπου.....	59

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγρ. 1.1: Παρουσίαση προσώπου α) χωρίς έκφραση και β) με έκφραση από διαδοχικά πλαίσια ενός βίντεο .....	2
Διάγρ. 1.2: Διάγραμμα ροής προτεινόμενου συστήματος.....	9
Διάγρ. 2.1: Παράδειγμα εφαρμογής AAM.....	11
Διάγρ. 2.2 Ολικό κανονικοποιημένο πρόσωπο .....	11
Διάγρ. 2.3: α) Εικόνα προσώπου από το 10 <sup>ο</sup> πλαίσιο βίντεο. β) ιστόγραμμα πλαισίου από το α). γ) Κανονικοποιημένο 10 <sup>ο</sup> πλαίσιο του βίντεο και δ)κανονικοποιημένο ιστόγραμμα από το γ). .....	17
Διάγρ. 2.4: (α)Υπόδειξη υπόθεσης $H_0: A=B$ . (β) Υπόδειξη υπόθεσης $H_0: A>B$ .....	19
Διάγρ. 3.1: Πλαίσια βίντεο από τη βάση δεδομένων που εκφράζουν την έκπληξη.....	22
Διάγρ. 3.2: Εμφάνιση των σημείων στο πρόσωπο κατά την διάρκεια του βίντεο. ....	23
Διάγρ. 3.3: Μετατροπή έγχρωμης εικόνας σε διαβαθμίσεις του γκρι.....	24
Διάγρ. 3.4: Οπτικό αποτέλεσμα της εφαρμογής κανονικοποίησης ιστογράμματος . ....	24
Διάγρ. 3.5: Εξαγωγή περιγράμματος προσώπου από το υπόλοιπο φόντο . ....	25
Διάγρ. 3.6: Κατάτμηση προσώπου α) Πάνω μέρος του προσώπου. β) Μέσο μέρος του προσώπου. γ) Κάτω μέρος του προσώπου .....	26
Διάγρ. 4.1: XY μέσος όρος για τις 7 διαφορετικές εκφράσεις του προσώπου 7 .....	54
Διάγρ. 4.2: XY μέσος όρος για τις 7 διαφορετικές εκφράσεις του προσώπου 7 .....	55
Διάγρ. 4.3: XY μέσος όρος για τις 7 διαφορετικές εκφράσεις του προσώπου από την πάνω περιοχή του προσώπου. ....	57
Διάγρ. 4.4: XY μέσος όρος για τις 7 διαφορετικές εκφράσεις του προσώπου από την μέση περιοχή του προσώπου. ....	58
Διάγρ. 4.5: XY μέσος όρος για τις 7 διαφορετικές εκφράσεις του προσώπου από την κάτω περιοχή του προσώπου. ....	59

Διάγρ. 4.6: παρουσίαση της διακύμανσης ενός XY για της 2 εκφράσεις από ένα XY που είναι χρήσιμο.....	60
Διάγρ. 4.7: παρουσίαση της διακύμανσης ενός XY για της 2 εκφράσεις από ένα XY που δεν είναι χρήσιμο.....	61
Διάγρ. 4.8: παρουσίαση της διακύμανσης ενός XY για της 2 εκφράσεις από ένα XY που είναι χρήσιμο από την πάνω περιοχή του προσώπου.....	62
Διάγρ. 4.9: παρουσίαση της διακύμανσης ενός XY για της 2 εκφράσεις από ένα XY που είναι χρήσιμο από τη μέση περιοχή του προσώπου.....	63
Διάγρ. 4.10: παρουσίαση της διακύμανσης ενός XY για της 2 εκφράσεις από ένα XY που είναι χρήσιμο από τη κάτω περιοχή του προσώπου.....	64

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

XY.:	Χαρακτηριστικά υφής
AAM:	Active Appearance Models
ACM:	Active Contours Models
HMM:	Hidden Markov Models-
LBP:	Local Binary Patterns
SVM:	Support Vectors Machine
ICA:	Independent Component Analysis
$\bar{\chi}$ :	Μέσος Ορός
FOS:	First Order Statistics
SGLDM:	Spatial Gray Level Dependence Matrices
SGLDM:	Spatial Gray Level Dependence Matrices
GLDS:	Gray Level Difference Statistics
NGTDM:	Neighbourhood Gray Tone Difference Matrix
SFM:	Statistical Feature Matrix
TEM:	Laws Texture Energy Measures
FDTA:	Fractal Dimension Texture Analysis
FPS:	Fourier Power Spectrum
SP:	Shape Parameters
RLC:	Run Length Coding



# 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο δίδεται μια μικρή εισαγωγή για την σημαντικότητα της αναγνώρισης των εκφράσεων και πιο συγκεκριμένα στην διερεύνηση της καταλληλότητας των χαρακτηριστικών υφής (XY) με σκοπό να χρησιμοποιηθούν για την αναγνώριση εκφράσεων. Περιγράφονται επίσης οι διαφορετικές εκφράσεις του προσώπου και πώς μπορούν να εξεταστούν και να δώσουν πληροφορία. Ακολούθως δίδονται οι διάφορες φάσεις επεξεργασίας του βίντεο. οι στατιστικές μέθοδοι. μέθοδοι επεξεργασίας του βίντεο ή εξαγωγή XY και τα πειράματα που χρησιμοποιήσαμε για εξαγωγή των αποτελεσμάτων. Επίσης δίδεται μια μικρή βιβλιογραφική ανασκόπηση στο θέμα που μελετούμε. Στη συνέχεια περιγράφεται ο σκοπός της διπλωματικής εργασίας και τέλος η περιγραφή των κεφαλαίων που ακολουθούν.

## 1.1 Εισαγωγή

Τη σημερινή εποχή οι υπολογιστές διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο σε όλο και περισσότερες διεργασίες της καθημερινότητας μας. Ο αρχικός τους σκοπός, ήταν ως μηχανήματα που διευκόλυναν την αυτοματοποιημένη εκτέλεση πράξεων καθώς την αποθήκευση και διαχείριση τεράστιου όγκου δεδομένων που αποτελεί πια ένα μηδαμινό μέρος των πολυάριθμων εφαρμογών στις οποίες έχουν πλέον πρωταρχικό ρόλο.[11] Η αναγνώριση των εκφράσεων του προσώπου του ανθρώπου είναι ένας πολύ σημαντικός τομέας σε αυτήν την προσπάθεια και ένα πεδίο έρευνας που είναι στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος εδώ και πολλά χρόνια [19][20][21][22]. Κατατάσσετε στη γενικότερη κατηγορία της ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας και βίντεο και έχουν ήδη δημιουργηθεί πολλές και σχετικές εργασίες. Μέχρι τώρα, οι πιο αποδοτικές προσεγγίσεις για την ανίχνευση των χαρακτηριστικών του προσώπου είναι τα SVM σε συνδυασμό με τα AAM [31]. τα μοντέλα ενεργών περιγραμμάτων (Active Contours Models-ACM) [30], η χρήση μοντέλων Μαρκοβ (Hidden Markov Models-HMM) [27] για την ανίχνευση των εκφράσεων του προσώπου και τέλος τα μοντέλα ενεργών επιφανειών (Active Appearance Models-AAM). τα οποία σε συνδυασμό με τα XY χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διπλωματική.[25]

Στη σύγχρονη εποχή που ζούμε και με την ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας αναπτυχτήκαν τα μέσα μεταφοράς. Το ευχάριστο αυτό γεγονός είχε ως επακόλουθο την ευκολότερη μετακίνηση των ανθρώπων και ως αποτέλεσμα αυξήθηκε κατά πολύ η παρουσία ανθρώπων σε πολυσύχναστους και κοινόχρηστους χώρους όπως είναι οι χώροι αναμονής των αεροδρομίων, οι χώροι αναμονής των τρένων σε σιδηροδρομικούς σταθμούς, τα νυχτερινά

κέντρα διασκέδασης, ξενοδοχεία, πλατιές πόλεων κ.α. Με τα σημερινά συστήματα παρακολούθησης ένας παρατηρητής μπορεί να μην προσέξει τις κινήσεις κάποιου ύποπτου ατόμου με αποτέλεσμα να μην γίνει πρόληψη της τυχών επιθετικής συμπεριφοράς του.[16]

Στο διάγρ 1.1 παρουσιάζονται τα διαδοχικά πλαίσια βίντεο από ένα πρόσωπο. Στο πρώτο πλαίσιο (α) παρουσιάζεται το πρόσωπο ανέκφραστο και (β) το ίδιο πρόσωπο με διαφορετική έκφραση. Το πρόβλημα με το οποίο καταπιάνεται η παρούσα διπλωματική εργασία είναι ο διαχωρισμός των βασικότερων εκφράσεων με χρήση μόνο μιας βιντεοκάμερας. Εξετάζουμε τη ακαταλληλότητα των XY για τον διαχωρισμό των 7 βασικότερων εκφράσεων προσώπου και κατ' επέκταση την μελλοντική χρήση τους για την αναγνώριση υπόπτων εκφράσεων έτσι ώστε να γίνεται πρόβλεψη της συμπεριφοράς των ανθρώπων και πρόληψη ανεπιθύμητων ενεργειών.

**Διάγρ. 1.1: Παρουσίαση προσώπου α) χωρίς έκφραση και β) με έκφραση από διαδοχικά πλαίσια ενός βίντεο**



(α)



(β)

Από την έκφραση του προσώπου μπορούν να εξαχθούν πολλές πληροφορίες για την ψυχολογική κατάσταση κάποιου ανθρώπου. Τα κλειστά συστήματα παρακολούθησης που υπάρχουν σήμερα θα ήταν πιο αποδοτικά αν μπορούσαν να αναγνωρίσουν την έκφραση στο πρόσωπο με σκοπό την πρόβλεψη της συμπεριφοράς και την προειδοποίηση του τελικού χρήστη. Για να γίνεται η αναγνώριση γρήγορα απαιτείτε ταχύτητα επεξεργασίας και εγκυρότητα αποτελεσμάτων. Για τον λόγο αυτό πρέπει να δημιουργηθούν νέα συστήματα με διαφορετική μεθοδολογία, τεχνολογία και τρόπο λειτουργίας έτσι ώστε να μειωθεί το κόστος της εφαρμογής και να αυξηθεί η ακρίβεια και η ταχύτητα επεξεργασίας.

Οι άνθρωποι διαφέρουν μεταξύ τους και ο κάθε άνθρωπος έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά έτσι είναι πολύ δύσκολο να συστηματοποιηθεί η αναγνώριση της έκφρασης του προσώπου. Οι σύγχρονες μέθοδοι που υπάρχουν για την ανίχνευση της έκφρασης του προσώπου είναι πολυέξοδες. Όταν μιλάμε για εκφράσεις προσώπου τότε αναφερόμαστε σε μικρές αλλαγές του σχήματος και κινήσεις των μυών του προσώπου η οποίες οφείλονται κυρίως στη μεταβολή της συναισθηματικής κατάστασης του ανθρώπου. Αυτές οι κινήσεις των μυών ονομάζονται Facial Action Units (AUs) και έχουν οριστεί σαφώς από το Facial Action Coding System (FACS) . Με την χρήση XY σε αυτή την πτυχιακή εργασία θα γίνει εξέταση της καταλληλότητας των χαρακτηριστικών υφής για τον διαχωρισμό των εκφράσεων έτσι ώστε να γίνει μελλοντική χρήση τους για την αναγνώριση υπόπτων εκφράσεων.[1][2][3][5]

## 1.2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Σε αυτό το κεφάλαιο της πτυχιακής εργασίας θα αναφερθούν οι κυριότερες έρευνες που αναφέρονται στην επίλυση του ιδίου προβλήματος με την παρούσα πτυχιακή εργασία. Για κάθε έρευνα θα δίνεται μια μικρή επεξήγηση για την μεθοδολογία που ακολούθησαν οι ερευνητές έτσι ώστε να υπάρχει μέτρο σύγκρισης με την παρούσα διπλωματική εργασία και επιπρόσθετα θα αναφέρονται τα κυριότερα αποτελέσματα της κάθε ερευνάς (βλ. Πιν. 1.1).

Στον πίν 1.1 παρουσιάζετε συνοπτικά η σημαντικότερη βιβλιογραφική ανασκόπηση που έγινε με σκοπό την απόκτηση της κατάλληλης γνώσης. Μια από της παλαιότερες μελέτες που έγιναν ήταν η αναγνώριση εκφράσεων προσώπου με χρήση HMM. Σε αυτή τη ερευνητική προσπάθεια [27]έγινε χρήση των APM για την εξαγωγή της πληροφορίας που χριζόταν και επίσης για την παραγωγή ενός εκπαιδευμένου μοντέλου σχήματος και υφής σε μια νέα εικόνα έτσι ώστε να παραχθούν τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά. Υιοθετήθηκε ένα ισχυρό στατιστικό εργαλείο τα κρυφά μοντέλα Markov που στοχεύουν την μοντελοποίηση συστημάτων. Επίσης χρησιμοποιήθηκε ανάλυση κύριας συνιστώσας (PCA). Η απόδοση του συστήματος έφτασε μέχρι και 94% και το συμπέρασμα ότι όσο μεγαλύτερη ήταν μια ακολουθία ενός βίντεο τόσο αυξανόταν και η απόδοση του συστήματος. [27]

Ακόμη μια μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η Αναγνώριση εκφράσεων με τη βοήθεια του μετασχηματισμού Independent Component Analysis (ICA) [28]. όπου παρουσιάζεται μία μέθοδος αυτόματης αναγνώρισης εκφράσεων. Η ICA είναι μία αξιόλογη τεχνική εξαγωγής χαρακτηριστικών που χρησιμοποιείται ευρέως σε διεργασίες αναγνώρισης προσώπων και έχει αποδειχθεί ικανή στην δημιουργία αποτελεσματικών αναπαραστάσεων των εικόνων

προσώπου. Είναι μία στατιστική τεχνική η οποία βρίσκει ένα σύνολο εικόνων βάσης και αναπαριστά τα πρόσωπα ως ένα γραμμικό συνδυασμό των εικόνων αυτών. Η απόδοση του συστήματος για τη μέση πιθανότητα αναγνώρισης κάθε κλάσης σε επίπεδο αναγνώρισης 6 κλάσεων ήταν μέχρι και 90% και η απόδοση αναγνώρισης εκφράσεων σε 10 διαφορετικές βάσεις δεδομένων (BU-3DFE) ανερχόταν μέχρι και 84.7%. Το σημαντικότερο συμπέρασμα που εξάχθηκε από αυτή την έρευνα ήταν ότι με την χρήση περισσότερων σημείων θα μπορούσε να γίνει περιστροφή των εικόνων, όποτε κρίνεται αναγκαίο, και μία καλύτερη κανονικοποίηση γεγονός που θα βελτιώνει την συνολική απόδοση του συστήματος αφού τα χαρακτηριστικά του προσώπου θα ήταν καλύτερα ταυτισμένα στο μέσο σχήμα [28]

Σε μια άλλη μελέτη όπου χρησιμοποιήθηκε (ACM) [29] και έγινε ταξινόμηση των συναισθημάτων με τη βοήθεια των Support Vector Machines (SVM). Η απόδοση του συστήματος για εικόνες και των 5 προσώπων έχουν χρησιμοποιηθεί για εκπαίδευση και για ταξινόμηση ήταν 100%. Επίσης η απόδοση αναγνώρισης εκφράσεων με ταξινόμηση των 6 συναισθημάτων και της ουδέτερης έκφρασης των 5 προσώπων με κοινό AAM και για τα 5 ήταν περίπου 50%. Τα σημαντικότερα συμπέρασμα που εξάχθηκε από αυτή την έρευνα ήταν ότι η διαχωριστικότητα των συναισθημάτων σε ένα άγνωστο πρόσωπο μπορεί να επιτευχθεί υπό τις ακόλουθες προϋποθέσεις, τα πρόσωπα που έχουν χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία του AAM, καθώς και το άγνωστο πρόσωπο, να εκφράζουν τα συναισθήματα με παρόμοιο τρόπο μεταξύ τους. Τα συναισθήματα όλων των προσώπων να εκφράζονται με όσο το δυνατόν πιο ξεκάθαρο τρόπο. Το AAM να έχει δημιουργηθεί με όσο το δυνατόν περισσότερα πρόσωπα πράγμα το οποίο θα εξασφαλίσει την απαραίτητη ποικιλομορφία ώστε να μπορεί να προσεγγισθεί μία νέα εικόνα με ικανοποιητικό τρόπο. κατά την εφαρμογή του αλγορίθμου AAM Search. [29]

Σε μια άλλη μελέτη [32] (Local Binary Patterns-LBP) αξιολογήθηκε η αναγνώριση του προσώπου που βασίζεται σε στατιστικά τοπικά χαρακτηριστικά. Εκτεταμένα πειράματα δείχνουν ότι τα LBP χαρακτηριστικά είναι μια αποτελεσματική και αποδοτική μέθοδος για την αναγνώριση έκφραση του προσώπου. Για καλύτερη απόδοση με αυτή τη μέθοδο γίνεται χρήση SVP. Τα κυριότερα αποτελέσματα που εξάχθηκαν ήταν ότι η έκπληξη και ουδετερότητα μπορούν να αναγνωριστούν με μεγάλη ακρίβεια (90-98%), ενώ τα ποσοστά αναγνώρισης για τον φόβος και τη θλίψη είναι πολύ κατώτερο (68-69%).[32]

Στην εργασία [33], έγινε αναγνώριση προσώπου έκφραση σε ακολουθίες εικόνων χρησιμοποιώντας γεωμετρικά μικρομετακινήσεις χαρακτηριστικών και SPM.

Παρουσιάστηκαν δύο μέθοδοι για την αναγνώριση της έκφρασης του προσώπου σε ακολουθίες εικόνων. Ο χρήστης πρέπει να τοποθετήσει με το χέρι μερικά Candide επιπρόσθετα από τα AAM. Το σύστημα του δικτύου παρακολούθησης και παραμόρφωσης λειτουργεί με βάση παραμορφώσιμα μοντέλα, παρακολουθεί αυτά τα μοντέλα σε διαδοχικές περιόδους του χρόνου, καθώς θα εξελίσσεται η έκφραση του προσώπου έως ότου εμφανιστεί το πλαίσιο που αντιστοιχεί στην μεγαλύτερη ένταση έκφρασης του προσώπου. Η γεωμετρική μετατόπιση ορισμένων επιλεγμένων κόμβων Candide, ορίζεται ως η διαφορά του κόμβου με της συντεταγμένες μεταξύ του πρώτου και του πλαισίου με τη μεγαλύτερη ένταση έκφρασης του προσώπου, χρησιμοποιείται ως εισόδος σε μια νέα multiclass SVM που χρησιμοποιούνται για να αναγνωρίσουν τις έξι βασικές εκφράσεις του προσώπου. Τα αποτελέσματα στη βάση δεδομένων Cohn-Kanade [36] δείχνουν την ακρίβεια της αναγνώρισης 99.7% για την αναγνώριση έκφρασης του προσώπου χρησιμοποιώντας την προτεινόμενη multiclass SVMs και 95.1% για την αναγνώριση έκφρασης του προσώπου που βασίζεται στην ανίχνευση FAU.[33][35]

Επίσης η αναγνώριση εκφράσεων έγινε με την χρήση facial animation parameters και multistream HMMs [34]. Η απόδοση ενός αυτόματου συστήματος αναγνώρισης έκφρασης του προσώπου μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με την μοντελοποίηση των διαφορών εναλλαγών της έκφρασης του προσώπου χρησιμοποιώντας πολλαπλά κρυμμένα μοντέλα HMM. Σε αυτή την έρευνα, παρουσιάστηκε μια αυτόματη έκφραση του προσώπου HMM. Το σύστημα χρησιμοποιεί παραμέτρους προσώπου κίνησης (FAPS), με την υποστήριξη από το πρότυπο MPEG-4, όπως χαρακτηριστικά για την ταξινόμηση έκφρασης του προσώπου. Συγκεκριμένα, τα FAPS περιγράφουν την κίνηση του. Τα περιγράμματα των εξωτερικών χειλιών και τα φρύδια χρησιμοποιούνται ως παρατηρήσεις. Μια προσέγγιση HMM multistream προτείνεται για την εισαγωγή και την έκφραση του προσώπου FAP. Τα βάρη κάθε πλαισίου καθορίζονται με βάση τα αποτελέσματα της αναγνώρισης έκφρασης του προσώπου. Η προτεινόμενη μεθοδολογία, χρησιμοποιεί την αξιοπιστία που παρέχουν τα βάρη, με αποτέλεσμα να μειώνουν το σφάλμα κατά 44% και επιτυγχάνοντας απόδοση μέχρι και 94%.[34]

Στην παρούσα διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκαν τα XY για την αναγνώριση εκφράσεων πράγμα που δίνει διαφορετική προσέγγιση σε αυτή τη διπλωματική εργασία και τα αποτελέσματα της διαδικασίας αυτής παρουσιάζονται στα επόμενα κεφάλαια.

**Πίν. 1.1: Ερευνητικές εργασίες στην αναγνώριση εκφράσεων του προσώπου**

Αριθμός Έρευνας	Ερευνητής	Έτος	Μεθοδολογία	Απόδοση εκπαίδευσης	Απόδοση μεθόδου
1	Γραμματικάκη. I et al. [27]	2007	AAM & SVM	100%	50%
2	Λαζαρίδου. Π et al. [28]	2008	ICA	90%	84.7%
3	Ιωάννης. Π. et al. [29]	2011	HMM & AAM & PCA	100%	94%
4	Shan. C et al. [33]	2006	SVM & LBP & RBF SVMs	(68-98)%	--
5	Irene Kotsia et al. [32]	2007	multiclass SVMs & AAM & FAU & FACS	(97-95)%	--
6	Petar.S et al. [31]	2006	Mpeg-4 & HMM & FAPS	95%	--
7	Michel. P et al. [30]	2003	SVM	92.5%	87.5%

**AAM: Active Appearance Models, ACM: Active Contours Models, HMM: Hidden Markov Models, LBP: Local Binary Patterns, SVM: Support Vectors Machine, ICA: Independent Component Analysis**

### **1.3 Ερευνητικοί στόχοι παρούσας πτυχιακής εργασίας**

Σε αυτή την πτυχιακή εργασία θα γίνει εξέταση της καταλληλότητας των XY στο να διαχωριστούν τις 7 βασικές εκφράσεις μεταξύ τους με απώτερο σκοπό την δημιουργία ενός αυτόνομου αυτοματοποιημένου συστήματος που να κατατάσσει την ψυχολογική διάθεση των ανθρώπων σε ύποπτη και μη ύποπτη. Τα XY αλλάζουν τιμή από έκφραση σε έκφραση και όταν η έκφραση είναι η ίδια σε μια σειρά φωτογραφιών αλλάζουν τιμές λόγω της διαφορετικής έντασης της έκφρασης άλλα παραμένουν σε ένα όριο για κάθε έκφραση. Για να ελεγχθεί η ακαταλληλότητα των XY πρέπει να ελεγχθούν αυτά τα όρια και να διαπιστωθεί αν οι τιμές των χαρακτηριστικών υψής παραμένουν σε σταθερά όρια με μικρές μεταβολές για τον ίδιο τύπο έκφρασης και αν τα XY κυμαίνονται σε διαφορετική κλίμακα για διαφορετική έκφραση.

Σε αυτό το μέρος της εισαγωγής θα δοθούν περιληπτικά όλα τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την ολοκλήρωση της πτυχιακής εργασίας (βλ. επίσης Διαγρ. 1.2):

1) Έγινε ερευνά για την εύρεση μιας κατάλληλης βάσης δεδομένων και το αποτέλεσμα της έρευνας ήταν να χρησιμοποιηθεί η βάση δεδομένων Cohn Kanade (CK++) [36] όπου υπάρχουν 54 βίντεο διαφορετικών ατόμων που περιγράφουν το συναίσθημα του φόβου. 49 βίντεο διαφορετικών ατόμων που περιγράφουν το συναίσθημα του θυμού. 72 βίντεο διαφορετικών ατόμων που περιγράφουν το συναίσθημα της αηδίας. 115 βίντεο διαφορετικών ατόμων που περιγράφουν το συναίσθημα της χαράς. 53 βίντεο διαφορετικών ατόμων που περιγράφουν το συναίσθημα της ουδετερότητας. 103 βίντεο διαφορετικών ατόμων που περιγράφουν το συναίσθημα της λύπης και τέλος 100 βίντεο διαφορετικών ατόμων που περιγράφουν το συναίσθημα της έκπληξης. Η συγκεκριμένη βάση δεδομένων παρείχε τα αποτελέσματα από τα AAM για όλα τα βίντεο που προαναφέρθηκαν. Στο Διάγραμμα 3.1 παρουσιάζονται εικόνες από ένα βίντεο της βάσης δεδομένων.

2) Με σκοπό την αύξηση της ακρίβειας των μετρήσεων και για να επιτραπεί η άμεση χρήση του είδη υπάρχων κώδικα εξαγωγής των XY από το λογισμικό Matlab<sup>®</sup>. τα βίντεο μετατράπηκαν σε πλαίσια.

3) Οι εικόνες (πλαίσια) από τα βίντεο της βάσης δεδομένων μετατράπηκαν από την έγχρωμη τους μορφή σε διαβαθμίσεις του γκρι (βλ. Διάγραμμα 3.2)

4) Ακολούθως έγινε κανονικοποίηση ιστογράμματος (βλ. Διάγρ. 3.3)

5) Στην συνέχεια εφαρμόστηκε κανονικοποίηση και κατάτμηση του προσώπου σε τρεις διαφορετικές περιοχές. Την πάνω περιοχή όπου είναι η περιοχή των ματιών και παρουσιάζεται στο διάγραμμα Διάγραμμα 3.5. Την μεσαία περιοχή όπου είναι η περιοχή της μύτης και παρουσιάζεται στο διάγραμμα Διάγραμμα 3.6. Και τέλος την πάνω περιοχή όπου είναι η περιοχή του πηγουνιού και παρουσιάζεται στο διάγραμμα Διάγραμμα 3.7.

6) Για κάθε μια από τα 4 μέρη του προσώπου. εξάχθηκαν 66 διαφορετικά χαρακτηριστικά υφής. τα οποία χωρίζονται σε 11 διαφορετικές ομάδες. Η εξαγωγή των XY έγινε με κώδικα στο λογισμικό Matlab<sup>®</sup> που υλοποιήθηκε από τον συγγραφέα. το μεγαλύτερο όμως μέρος του κώδικα προκατασκευάστηκε σε παλαιότερη έρευνα.

7) Τέλος αναλυθήκαν τα αποτελέσματα από όλες τις στατιστικές μεθόδους και μέσο κώδικα που υλοποιήθηκε εξεταστικέ η απόδοση του συστήματος για τον διαχωρισμό των εκφράσεων

ανά ζεύγος έκφρασης. Μετά από αυτή την διαδικασία έγινε τελικός απολογισμός για την ακαταλληλότητα. και επιλογή μέρους των XY.

8) Μέσω κώδικα που υλοποιήθηκε χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των στατιστικών ορίων ελέγχου έτσι ώστε να διαπιστωθεί κατά ποσό το κάθε XY που επιλέχθηκε ως καταλληλότερο για τον διαχωρισμό ενός ζευγαριού εκφράσεων μπορεί όντος να διαχωρίσει τις δυο εκφράσεις από την βάση δεδομένων. Ο τρόπος με τον οποίο έγινε ο έλεγχος ήταν ο εξής: Αρχικά υπολογιστικέ ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση των 66 XY από κάθε περιοχή και για κάθε έκφραση. Στη συνέχεια έγινε εξαγωγή της στατιστικής διαφοράς και της συσχέτισης που υπάρχει ανά δυο εκφράσεις. Μετέπειτα με τη βοήθεια της στατιστικής διαφοράς και της συσχέτισης έγινε επιλογή των καταλληλότερων XY. Η επόμενη διαδικασία ήταν ο καθορισμός των στατιστικών ορίων για κάθε χαρακτηριστικό για κάθε μέρος και για κάθε έκφραση. Για κάθε συνδυασμό εκφράσεων εξετάστηκε το χαρακτηριστικό το οποίο κρίθηκε καταλληλότερο εξετάζοντας επιμέρους το κάθε άτομο που περιέχουν οι δυο έκφρασης κατά πόσο ανήκουν στα στατιστικά όρια της έκφρασης στην οποία κατατάχτηκαν για το συγκεκριμένο XY.

#### **1.4 Διάγραμμα ροής υπολογιστικού συστήματος**

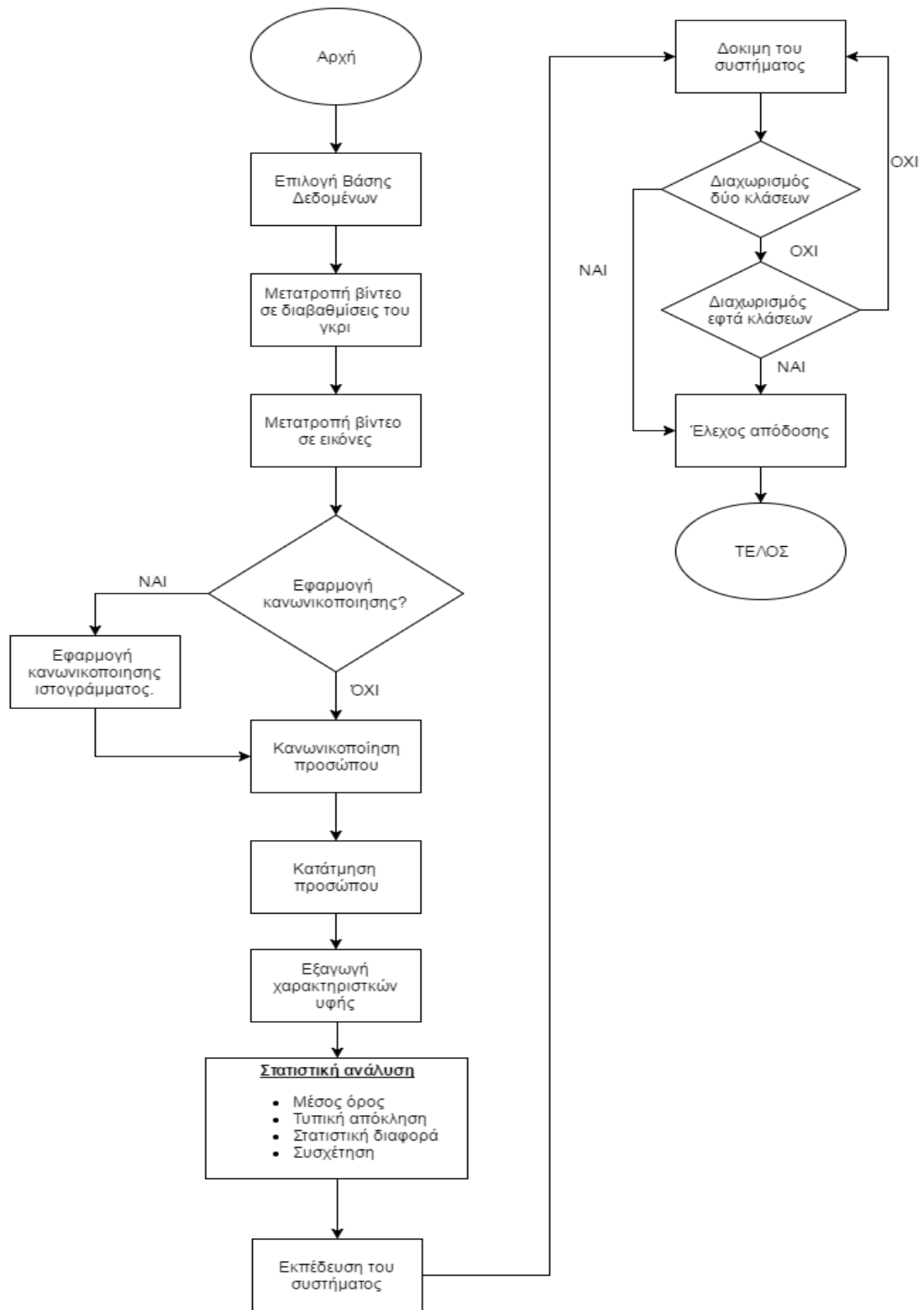
Πιο κάτω παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής για τον τρόπο λειτουργίας του προτεινόμενου υπολογιστικού συστήματος ανίχνευσης εκφράσεων μέσω χαρακτηριστικών υφής. Αργότερα στο Κεφ. 2 γίνεται αναλυτική περιγραφή όλων των διαδικασιών που παρουσιάζονται στο Διάγ 1.2.

#### **1.5 Σύντομη περιγραφή περιεχομένων της πτυχιακής εργασίας**

Στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο που χρησιμοποιήθηκε για την εκτέλεση της πτυχιακής αυτής εργασίας. Στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη διερεύνηση της καταλληλότητας των XY για τον διαχωρισμό των εκφράσεων. Στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζονται και αναλύονται με λεπτομέρεια τα αποτελέσματα των μετρήσεων που έχουν εξαχθεί. Στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται συζήτηση των αποτελεσμάτων και μια σύγκριση της προτεινόμενης μεθόδου με άλλες παρόμοιες εργασίες άλλων ερευνητών επίσης στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα για την παρούσα διπλωματική εργασία και μια προτεινόμενη εργασία μελλοντικών προοπτικών.



Διάγρ. 1.2: Διάγραμμα ροής προτεινόμενου συστήματος



## 2 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

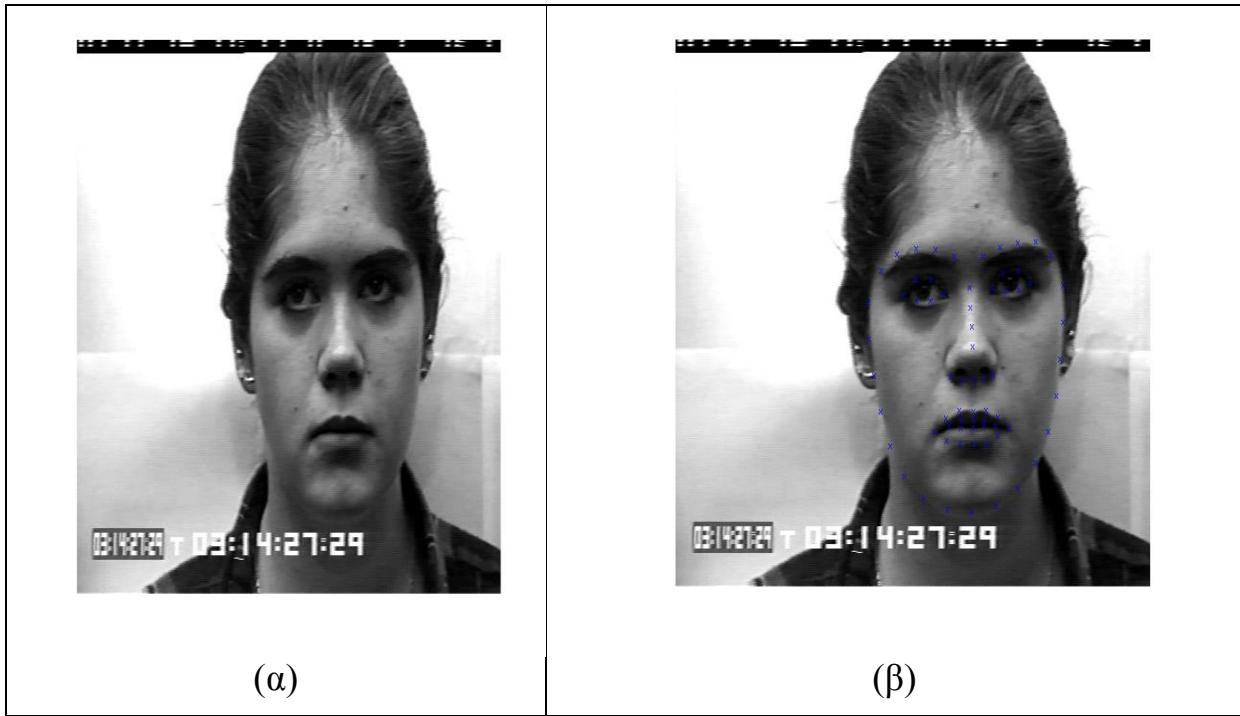
Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφεται το θεωρητικό υπόβαθρο που χρησιμοποιήθηκε για την διεκπεραίωση της εργασίας αυτής. Θα αναφερθούν και θα επεξηγηθούν όλα τα μαθηματικά μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν για την κανονικοποίηση του προσώπου και την κατάτμηση του. Επίσης θα γίνει μια ανάλυση των στατιστικών μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν και εξήγηση της χρησιμότητάς τους για την επίλυση των στόχων αυτής της εργασίας.

### 2.1 Ενεργά μοντέλα (AAM)

Τα Active Appearance Models (AAM) [29] (βλ. Εικ.2.1) είναι παραγόμενα μοντέλα που εκφράζουν το σχήμα (shape) και τη μορφή (appearance) ενός συγκεκριμένου οπτικού φαινομένου. Είναι γραμμικά τόσο στο σχήμα, όσο και στη μορφή παρά το γεγονός αυτό, τα AAM είναι ένα παραμετροποιήσιμο μη-γραμμικό μοντέλο σε σχέση με τις φωτεινότητες των εικονοστοιχείων. Ένα μη γραμμικό πρόβλημα είναι επίσης η εφαρμογή του μοντέλου σε μία φωτογραφία, που επιλύεται από συγκεκριμένους αλγόριθμους σύγκλισης με τους οποίους θα συζητηθούν στη συνέχεια. Ο όρος AAM αναφέρετε μόνο στο μοντέλο το οποίο περιγράφουν, ανεξάρτητα από τον αλγόριθμο σύγκλισης που χρησιμοποιούν [27]. Υπάρχουν μόνο δύο ειδών διαφορετικά γραμμικά μοντέλα σχήματος και μορφής. Αυτά που μοντελοποιούν το σχήμα και τη μορφή ξεχωριστά, και αυτά που χρησιμοποιούν ένα ενιαίο σετ παραμέτρων για να εκφράσουν τόσο το σχήμα όσο και τη μορφή. Αναφερόμαστε στην πρώτη κατηγορία ως ανεξάρτητα μοντέλα σχήματος και μορφής ή πιο απλά ανεξάρτητα AAM και στη δεύτερη κατηγορία ως συνδυασμένα μοντέλα σχήματος και μορφής ή αλλιώς συνδυασμένα AAM.

Στο διάγραμμα 2.1 παρουσιάζεται ένα πρόσωπο με τα σημεία των AAM. Στο πλαίσιο (α) φαίνεται ένα πρόσωπο πριν την εφαρμογή των AAM ενώ στο πλαίσιο (β) εφαρμόζονται τα σημεία AAM πάνω στο πρόσωπο.

**Διάγρ. 2.1: Παράδειγμα εφαρμογής AAM**



Το σχήμα ενός ανεξάρτητου AAM καθορίζεται από ένα πλέγμα και πιο συγκεκριμένα από τις κορυφές του πλέγματος. Μαθηματικά, ορίζουμε το σχήμα  $s$  ενός AAM με τις συντεταγμένες των  $n$  κορυφών που σχηματίζουν το πλέγμα. Για να συνθέσουμε τη συνολική μορφή ενός αντικειμένου, δεν αρκεί μόνο να λάβουμε υπόψη μας το σχήμα του, αλλά και την πληροφορία που κρύβεται στα εικονοστοιχεία της εικόνας. Την πληροφορία αυτή την ονομάζουμε υφή. Έτσι με την χρήση των ποιο πάνω δημιουργείτε η κανονικοποίηση του προσώπου και το διάγρ 2.2 παρουσιάζει το κανονικοποιημένο πρόσωπο.

**Διάγρ. 2.2 Ολικό κανονικοποιημένο πρόσωπο**



## 2.2 Μέθοδοι ανάλυση υφής

Στη παρούσα πτυχιακή εργασία χρησιμοποιήθηκαν 11 διαφορετικές ομάδες XY με συνολικά 74 διαφορετικά XY οι οποίες δίδονται στον Πιν. 2.1.

Πίν. 2.1 Ομάδες και ονομασίες XY

Ομάδα Χαρακτηριστικών Υφής	XY
Πρώτη στατιστική τάξη (5) (FOS)	Μέσος. Διάμεσος. Τυπική Απόκλιση. Ασυμμετρία. Κύρτωση
Χωρικές διαβαθμίσεις του γκρι σε εξαρτημένους πίνακες (SGLDM) (13)	Γωνιακή δεύτερη στιγμή. Αντίθεση. Συσχέτιση. Άθροισμα των τετραγώνων: διακύμανσης. Αντίστροφη στιγμή διαφορά. Ποσό κατά μέσο όρο. Ποσό διακύμανσης. άθροισμα της εντροπίας. Εντροπία. Διαφορά διακύμανσης. Διαφορά εντροπία. Μέτρα Πληροφόρησης. της συσχέτισης
Χωρικές διαβαθμίσεις του γκρι σε εξαρτημένους πίνακες Εύρος των τιμών (13) (SGLDMr)	Γωνιακή δεύτερη στιγμή. Αντίθεση. Συσχέτιση. Άθροισμα των τετραγώνων: διακύμανσης. Αντίστροφη στιγμή διαφορά. Ποσό κατά μέσο όρο. Ποσό διακύμανσης. άθροισμα της εντροπίας. Εντροπία. Διαφορά διακύμανσης. Διαφορά εντροπία. Μέτρα Πληροφόρησης. ης συσχέτισης
Στατιστική Διαφορά διαβαθμίσεων του γκρι (4) (GLDS)	Αντίθεση. Γωνιακή δεύτερη στιγμή (Ενέργεια). Εντροπία. Μέσος
Γειτονικές σχέσεις γκρι Τονικής Διαφοράς Πινάκων (5) (NGTDM)	Χονδρότητα. Αντίθεση. Απασχολήσεις. Περίπλοκο. Δύναμη
Στατιστικός πίνακας χαρακτηριστικών (4) (SFM)	Χονδρότητα. Αντίθεση. Περιοδικότης. Τραχύτητα
Νόμοι μέτρα υφή ενέργειας (6) (TEM)	LL - ενέργειας υφή από LL πυρήνα. EE - ενέργειας υφή από EE πυρήνα. SS - ενέργειας υφή από SS πυρήνα. LE - μέση υφή ενέργειας από LE και EL πυρήνες. ES - μέση υφή ενέργειας από ES και SE

	πυρήνες. LS - μέση υφή ενέργειας από LS και πυρήνες SL
Φράκταλ διάσταση ανάλυση υφή (4) (FDTA)	H1. H2. H3. H4
Φουριέρ φάσμα ισχύος (FPS) (2)	Ακτινικό άθροισμα. Γωνιακό άθροισμα
Μορφή παραμέτρων (5) (SP)	X-Συντεταγμένες μέγιστου μήκος. Y-Συντεταγμένες μέγιστου μήκος. Εμβαδό. Περίμετρος. Περίμετρος / Εμβαδό
Επίπεδα του γκρι εκτέλεση στατιστικού μήκος (5) (RLC)	Σύντομη έμφαση κίνησης. Μακροπρόθεσμη έμφαση κίνησης. Κατανομή επίπεδου γκρι. Κατανομή των διαστημάτων κίνησης. Κίνηση από το ποσοστό

### **Πρώτη Τάξη Στατιστική (FOS)**

Υπολογίζονται τα ακόλουθα στατιστικά χαρακτηριστικά : 1) Μέσος, 2) Διάμεσος, 3) Τυπική απόκλιση, 4) Ασυμμετρία, 5) Κύρτωση.

### **Χωρικές διαβαθμίσεις του γκρι σε εξαρτημένους πίνακες (SGLDM)**

Η μέθοδος SGLDM είναι βασισμένη στην εκτίμηση της δεσμευμένης πιθανότητας δεύτερης τάξης της συνάρτησης πυκνότητας των δύο εικονοστοιχείων (k, l) και (m, n) με την απόσταση d που καθορίζεται από τη κατεύθυνση της γωνιάς θ. Τα XY που εξάγονται από την ομάδα XY SGLDM είναι 1) Γωνιακή δεύτερη στιγμή, 2) Αντίθεση, 3) Συσχέτιση, 4) Άθροισμα των τετραγώνων: διακύμανσης, 5) Αντίστροφη στιγμή διαφορά, 6) Ποσό κατά μέσο όρο, 7) Ποσό διακύμανσης, 8) άθροισμα της εντροπίας, 9) Εντροπία, 10) Διαφορά διακύμανσης, 11) Διαφορά εντροπία, 12) Μέτρα Πληροφόρησης, 13) της συσχέτισης.

### **Χωρικές διαβαθμίσεις του γκρι σε εξαρτημένους πίνακες Εύρος των τιμών (13) (SGLDMr)**

Τα XY που εξάγονται από την ομάδα XY SGLDMr είναι 1) Γωνιακή δεύτερη στιγμή, 2) Αντίθεση, 3) Συσχέτιση, 4) Άθροισμα των τετραγώνων: διακύμανσης, 5) Αντίστροφη στιγμή διαφορά, 6) Ποσό κατά μέσο όρο, 7) Ποσό διακύμανσης, 8) άθροισμα της εντροπίας, 9) Εντροπία, 10) Διαφορά διακύμανσης, 11) Διαφορά εντροπία, 12) Μέτρα Πληροφόρησης. 13) της συσχέτισης.

#### **Στατιστική Διαφορά διαβαθμίσεων του γκρι (4) (GLDS)**

Ο αλγόριθμος GLDS χρησιμοποιεί στατιστικές πρώτου βαθμού των τοπικών μεταβλητών με βάση τις απόλυτες διαφορές μεταξύ ζευγών των επιπέδων του γκρι ή του μέσου όρου των XY με σκοπό να εξάγουμε τις ακόλουθες μετρήσεις : 1)Αντίθεση, 2)Γωνιακή δεύτερη στιγμή (Ενέργεια), 3)Εντροπία, 4)Μέσος.

#### **Γειτονικές σχέσεις γκρι Τονικής Διαφοράς Πινάκων (5) (NGTDM)**

Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε με σκοπό να εξαχθούν XY τα οποία αντιστοιχούν σε οπτικές ιδιότητες της υφής όπου εξάχθηκαν τα ακόλουθα XY :1) Χονδρότητα, 2) Αντίθεση, 3)Απασχολήσεις, 4)Περίπλοκο, 5)Δύναμη.

#### **Στατιστικός πίνακας χαρακτηριστικών (4) (SFM)**

Το SFM μετρά τις στατιστικές ιδιότητες από τα ζεύγη των εικονοστοιχείων σε διάφορες αποστάσεις μιας εικόνας. τα οποία χρησιμοποιούνται για στατιστική ανάλυση. Μέσω αυτής της μεθόδου υπολογίζονται τα ακόλουθα XY: 1)Χονδρότητα, 2)Αντίθεση, 3)Περιοδικότης, 4)Τραχύτητα.

#### **Νόμοι Μέτρα Υφή Ενέργειας (6) (TEM)**

Με αυτή τη μέθοδο τα διανύσματα L (μεγέθους 7) χρησιμοποιούνται για το τοπικό μέσο όρο. το E λειτουργεί σαν ανιχνευτής ακμών και το S σαν ανιχνευτής σημείων. Μέσω αυτής της μεθόδου εξάγουμε τα ακόλουθα XY: 1)LL - ενέργειας υφή από LL πυρήνα, 2)EE - ενέργειας υφή από EE πυρήνα, 3)SS - ενέργειας υφή από SS πυρήνα, 4)LE - μέση υφή ενέργειας από LE και EL πυρήνες, 5)ES - μέση υφή ενέργειας από ES και SE πυρήνες, 6)LS - μέση υφή ενέργειας από LS και πυρήνες SL.

#### **Φράκταλ Διάσταση Ανάλυση Υφή (4) (FDTA)**

Αυτή η μέθοδος περιγράφει τη σκληρότητα διάφορων επιφανειών. Η σταθερά Hust υπολογίζεται για εικόνες με ανάλυση  $k=1, 2, 3, 4$ . Μια ομαλή επιφάνεια χαρακτηρίζεται από

μια μεγάλη τιμή παραμέτρου  $H$  ενώ το αντίθετο συμβαίνει για τις σκληρές επιφάνειες. Τα  $XY$  που εξάγονται είναι: 1) $H_1$ . 2) $H_2$ . 3) $H_3$ . 4) $H_4$

### **Φουριέρ φάσμα ισχύος (FPS) (2)**

Για την περιγραφή της υψής υπολογίζεται το ακτινικό και γωνιακό άθροισμα του διακριτού μετασχηματισμού φουριέρ.

Η ακτινική κατανομή των τιμών της  $|F|^2$  είναι ευαίσθητη στην αδρότητα της υψής στην  $f$ . Μία αδρή υφή θα έχει υψηλές τιμές στο φάσμα ισχύος συγκεντρωμένες στην πηγή προέλευσης τους. Αντίθετα μία πιο έντονη υφή θα έχει πιο διεσπαρμένες τιμές στο φάσμα ισχύος. Η αδρότητα της υψής μπορεί να αναλυθεί μέσω των μέσων όρων της  $|F|^2$  σε δακτυλιοειδείς περιοχές, με κέντρο την πηγή προέλευσης.

Ενώ για τις ψηφιακές εικόνες ο χρησιμοποιείται ο διακριτός μετασχηματισμός Fourier:

Ο διακριτός μετασχηματισμός Fourier αντιμετωπίζει την εικόνα εισόδου  $f(x, y)$  ως περιοδική (π.χ. σαν να επαναλαμβανόταν η αριστερότερη στήλη της εικόνας στο δεξί μέρος της δεξιότερης στήλης της και η πρώτη γραμμή της αμέσως μετά την τελευταία). Οι επαναλήψεις όμως αυτές, λόγω της διαφορετικότητας των γραμμών και των στηλών, δημιουργούν αναπάντεχες ακμές στην εικόνα εισόδου. Οι ακμές επηρεάζουν ισχυρά το φάσμα και εμφανίζονται σαν σχέδια σταυροειδούς σχήματος ιδιαίτερης σημασίας. γεγονός το οποίο μειώνει τη χρησιμότητα των  $XY$  που υπολογίζονται από το φάσμα. Τα ονόματα των  $XY$  που εξάγονται είναι: 1)Ακτινικό άθροισμα. 2)Γωνιακό άθροισμα

### **Μορφή Παραμέτρων (5) (SP)**

Ποιο κάτω φαίνονται οι 5 διαφορετικοί παράμετροι σχήματος

1)X-Συντεταγμένες μέγιστου μήκος, 2)Y-Συντεταγμένες μέγιστου μήκος, 3)Εμβαδό.  
4)Περίμετρος, 5)Περίμετρος / Εμβαδό

### **Επίπεδα του γκρι εκτέλεση στατιστικού μήκος (5) (RLC)**

Τέλος ποιο κάτω φαίνονται οι 5 παράμετροι της εκτελέσεις κωδικοποίηση μήκους: 1)Σύντομη έμφαση κίνησης, 2)Μακροπρόθεσμη έμφαση κίνησης, 3)Κατανομή επίπεδου γκρι, 4)Κατανομή των διαστημάτων κίνησης, 5)Κίνηση από το ποσοστό

### 2.3 Κανονικοποίηση ιστογράμματος

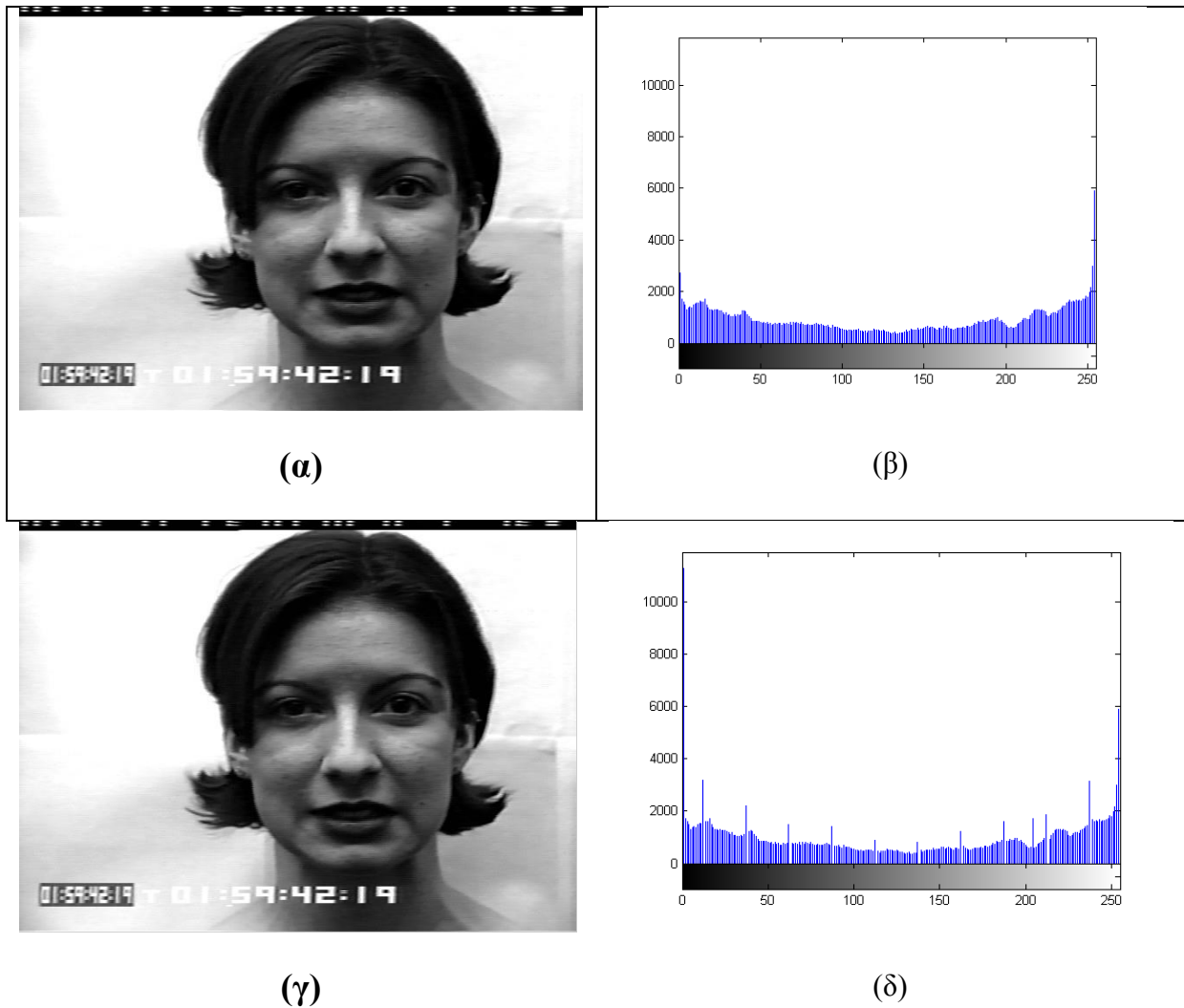
Η κανονικοποίηση είναι μια δημοφιλή τεχνική για να τεντώσει το φάσμα των εντάσεων που περιλαμβάνονται στο ιστόγραμμα. Το αρχικό ιστόγραμμα είναι τεντωμένο, και μετατοπίζεται για να καλύψει όλα τα 256 διαθέσιμα επίπεδα. Αν το αρχικό ιστόγραμμα (παλιά εικόνα)  $O$  ξεκινά στις  $O_{min}$  και εκτείνεται μέχρι επίπεδα φωτεινότητας  $O_{max}$ , τότε μπορεί να αναβαθμιστεί η εικόνα έτσι ώστε τα εικονοστοιχεία της νέας εικόνας  $N$  να κυμαίνονται μεταξύ ενός ελάχιστου επιπέδου εξόδου και ενός μέγιστου επίπεδο  $N_{max}$ . απλά με κλιμάκωση μέχρι τα επίπεδα έντασης εισόδου σύμφωνα με:

$$N_{x,y} = \frac{N_{max}-N_{min}}{O_{max}-O_{min}} \times (O_{x,y} - O_{min}) + N_{min} \quad \forall x,y \in 1..N \quad (2.3)$$

Μια εφαρμογή του Matlab έντασης κανονικοποίηση είναι το `imagesc`. η λειτουργία κανονικοποίηση στον κώδικα, χρησιμοποιεί μια έξοδο που κυμαίνεται από  $N_{max} = 0$  έως  $n_{max} = 255$ . Αυτό κλιμακώνεται από την περιοχή εισόδου που καθορίζεται με την εφαρμογή του `max` και οι φορείς λεπτά με την εικόνα εισόδου. Κάθε σημείο στην εικόνα στη συνέχεια κλιμακώνεται όπως στην (2.3) και η λειτουργία χρησιμοποιείται για να εξασφαλίσει έναν ακέραιο εξόδο. Στο ποιο κάτω διάγραμμα 2.3 παρουσιάζετε η αλλαγή στο ιστόγραμμα σε ένα πλαίσιο μιας έκφρασης εφόσον εφαρμοστεί κανονικοποίηση ιστογράμματος με το λογισμικό Matlab®. Στο (α) παρουσιάζετε το πρόσωπο το οποίο έχει κανονικό ιστόγραμμα. στο (β) φαίνεται το ιστόγραμμα του προσώπου (α), στο (γ) φαίνεται το πρόσωπο όπου έχει κανονικοποιηθεί το ιστόγραμμα του και στο (δ) φαίνεται το κανονικοποιημένο ιστόγραμμα του προσώπου (β)



Διάγρ. 2.3: α) Εικόνα προσώπου από το 10<sup>ο</sup> πλαίσιο βίντεο. β) Ιστόγραμμα πλαισίου από το α). γ) Κανονικοποιημένο 10<sup>ο</sup> πλαίσιο του βίντεο και δ) κανονικοποιημένο ιστόγραμμα από το γ).



## 2.4 Αριθμητικός μέσος όρος

Ο αριθμητικός μέσος όρος ενός συνόλου αριθμών  $x_1, x_2, \dots, x_n$  συμβολίζεται συνήθως με  $\bar{x}$  προφέρεται "x bar". Η μαθηματική εξίσωση για τον υπολογισμό του αριθμητικού μέσου όρου φαίνεται πιο κάτω [βιβλ.].

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (2.4.1)$$

όπου  $x_n$  είναι η τιμή του χαρακτηριστικού που εξετάζεται και  $n$  να είναι το πλήθος των προσώπων. το  $\bar{x}$  είναι ο μέσος όρος.[39]

## 2.5 Τυπική απόκλιση

Η τυπική απόκλιση (ΤΑ) δείχνει ποια είναι η μέση απόσταση που απέχει ο κάθε αριθμός από το μέσο όρο του αριθμητικού συνόλου που ανήκει. Η τυπική απόκλιση μπορεί να σου δείξει πόσο απέχει η κάθε μέτρηση από τη μέση τιμή των μετρήσεών σου, κατά μέσο όρο. Όσα πιο πολλά δεδομένα έχεις, τόσο πιο αξιόπιστα αποτελέσματα θα έχεις. Παρόμοια χρήση έχει και η διακύμανση, με λίγο διαφορετικό τρόπο όσον αφορά το να δείξει πόσο απέχουν οι αριθμοί μεταξύ τους σε σχέση με τον μέσο όρο. Η ΤΑ δίδεται ως:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} * \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2} \quad (2.5.1)$$

όπου  $x_i$  είναι η τιμή του χαρακτηριστικού που εξετάζεται και  $n$  να είναι το πλήθος των προσώπων που περιέχονται. το  $\mu$  είναι ο μέσος όρος. Το  $S$  είναι η ΤΑ.[40]

## 2.6 Παραμετρικός έλεγχος Wilcoxon

Το τεστ Wilcoxon rank-sum [37] είναι μια μη παραμετρική εναλλακτική λύση για το t-test όπου δύο δείγματα τα οποία βασίζονται αποκλειστικά στην σειρά με την οποία οι μετρήσεις από τα δύο δείγματα μεταβάλλονται.

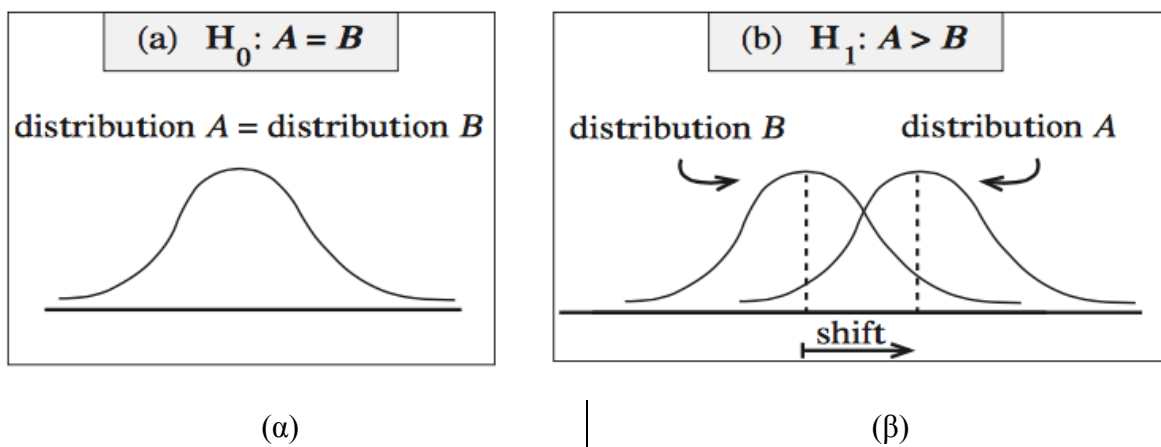
Το τεστ Wilcoxon συγκρίνει δύο ζεύγη ομάδων Υπολογίζοντας πρώτα τις διαφορές ανάμεσα σε κάθε σύνολο ζευγών και κατατάσσοντας τις απόλυτες τιμές των διαφορών από χαμηλή σε υψηλή. Στη συνέχεια αθροίζει τις τάξεις των διαφορών όπου στήλης A ήταν υψηλότερη (θετική τάξεις), συνοψίζει τις τάξεις όπου η στήλη B ήταν υψηλότερη (που αποκαλεί αυτές τις αρνητικές τάξεις, και αναφέρει τα δύο ποσά. Αν ο μέσος όρος των ποσών των βαθμών είναι πολύ διαφορετικές στις δύο ομάδες, η τιμή P θα είναι μικρή.

Εάν η διάμεση διαφορά στο σύνολο του πληθυσμού είναι μηδέν (η υποθεση είναι αποτελεσματική), ποια είναι η πιθανότητα ότι η τυχαία δειγματοληψία θα είχε ως αποτέλεσμα μια μέση μεταβολή τόσο μακριά από το μηδέν (ή περαιτέρω).

Εάν η τιμή P είναι μικρή, μπορεί να απορρίπτουν την ιδέα ότι η διαφορά οφείλεται στην τύχη, και να συνάπτουν, αντίθετα, ότι οι πληθυσμοί έχουν διαφορετικά μέσα. Αν η τιμή P είναι μεγάλη, τα δεδομένα δεν δίνουν κανένα λόγο να καταλήξει στο συμπέρασμα ότι οι συνολικές διάμεσοι διαφέρουν. Αυτό δεν είναι το ίδιο όπως λέγοντας ότι οι διάμεσοι είναι οι ίδιοι. Απλά έχουν αδιάσειστα στοιχεία που διαφέρουν.

Για την διεκπεραίωση του τεστ γίνεται μία υπόθεση. Στην περίπτωση αυτή, γίνεται η υπόθεση ότι έχουμε δείγματα των παρατηρήσεων από καθένα από τους δύο πληθυσμούς, A και B, που περιέχει n και m παρατηρήσεις αντίστοιχα. Θέλουμε να ελεγχθεί η υπόθεση ότι η κατανομή των X-μετρήσεων σε πληθυσμό A είναι η ίδια με εκείνη στο B, το οποίο παρουσιάζεται συμβολικά ως  $H_0: A = B$ . Οι αναχωρήσεις από  $H_0$  ότι το τεστ Wilcoxon προσπαθεί να ανιχνεύσει είναι μεταβλητότητα των τιμών.

Διάγρ. 2.4: (α) Υπόδειξη υπόθεσης  $H_0: A=B$ . (β) Υπόδειξη υπόθεσης  $H_1: A>B$



## 2.7 Συσχέτιση Pearson r-value

Ο συντελεστής προϊόν στιγμής συσχέτιση Pearson είναι ένα μέτρο της δύναμης της γραμμικής σχέσης μεταξύ δύο μεταβλητών. Αναφέρεται ως συσχέτισης Pearson ή απλά ως συντελεστής συσχέτισης [38]. Αν η σχέση μεταξύ των μεταβλητών δεν είναι γραμμική, τότε ο συντελεστής συσχέτισης δεν αντιπροσωπεύει επαρκώς την δύναμη της σχέσης μεταξύ των μεταβλητών.

Το  $\rho$  του Pearson μπορεί να κυμαίνεται από -1 έως 1.  $r$  του -1 δείχνει μια τέλεια αρνητική γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών, η  $r$  0 δείχνει καμία γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών, και  $r$  1 δείχνει μια τέλεια θετική γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών. Το Σχήμα 1 δείχνει ένα διάγραμμα διασποράς για τα οποία το  $r = 1$ .

Ο συντελεστής συσχέτισης Spearman ορίζεται όπως ο συντελεστής συσχέτισης Pearson μεταξύ των μεταβλητών κατάταξης[38] Οι  $n$  πρώτες βαθμολογίες  $X_i, Y_i$  μετατρέπονται σε κατατάξεις  $x_i, y_i$ . και ο  $\rho$  υπολογίζεται από:

$$\rho = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2 \sum_i (y_i - \bar{y})^2}}. \quad (2.7.1)$$

Όπου το  $\rho$  είναι η συσχέτιση. το  $x_i$  είναι το  $X_i$  που εξετάζεται για τον ένα ασθενή το  $\bar{x}$  είναι ο μέσος όρος για τον ένα ασθενή που εξετάζεται. και το  $y_i$  είναι το  $Y_i$  που εξετάζεται για τον άλλο ασθενή και το  $\bar{y}$  είναι ο μέσος όρος για τον άλλο ασθενή που εξετάζεται.

## 2.8 IQR (Ενδοτεταρτημοριακό εύρος)

Το ενδοτεταρτημοριακό εύρος (interquartile range-IQR) είναι η διαφορά του πρώτου από το τρίτο τεταρτημόριο [41]. Στο μεταξύ τους διάστημα το 50% των τιμών της κατανομής. Επομένως, όσο μικρότερο είναι αυτό το διάστημα, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η συγκέντρωση των τιμών και άρα μικρότερη η διασπορά των τιμών της μεταβλητής. Το μισό του ενδοτεταρτημοριακού εύρους είναι γνωστό ως ημιενδοτεταρτημοριακό εύρος (semi-interquartile range) και συμβολίζεται με  $Q$ . Μετρείται με τις ίδιες μονάδες της μεταβλητής και δεν εξαρτάται από όλες τις τιμές αλλά μόνο από εκείνες που περιλαμβάνονται στον υπολογισμό του πρώτου και τρίτου τεταρτημορίου. Μπορείς να αναφερθής και σε ένα γράφημα από τα αποτελέσματα στο κεφ. 4.

Το IQR χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση του μειονεκτήματος του εύρους, το να επηρεάζεται δηλαδή από τις ακραίες τιμές. Τα τεταρτημόρια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δημιουργήσουν το ενδοτεταρτημοριακό εύρος το οποίο ορίζεται ως εξής:

$$IQR = Q_3 - Q_1 \quad (2.8.1)$$

Το IQR μετράει το άπλωμα του 50% των μεσαίων παρατηρήσεων. Μεγάλες τιμές αυτής της στατιστικής σημαίνουν ότι το 1ο και 3ο τεταρτημόριο απέχουν υποδεικνύοντας υψηλό επίπεδο μεταβλητότητας.[41]

### 3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Σε αυτό το μέρος θα συζητηθεί περιληπτικά η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε. Αρχικά θα παρουσιαστεί η βάση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε και οι λόγοι που συντέλεσαν καθοριστικό ρόλο στην επιλογή της. Ακολούθως θα γίνει αναφορά στις διάφορες μεθόδους επεξεργασίας βίντεο που χρησιμοποιήθηκαν και θα δοθεί περιληπτική περιγραφή του ορισμού και της χρησιμότητας των ΧΥ. Ακολούθως γίνεται αναφορά σε διάφορες στατιστικές μεθόδους με σκοπό τον έλεγχο της καταλληλότητας των ΧΥ για τον διαχωρισμό των εκφράσεων.

#### 3.1 Επιλογή βάσης δεδομένων

Το πρόβλημα το με το οποίο καταπιάνεται αυτή η διπλωματική αυτή εργασία απαιτεί μια βάση δεδομένων η οποία να παρέχει πολλά βίντεο από κάθε έκφραση και για τις 7 βασικές εκφράσεις προσώπου. Οι εκφράσεις προσώπου παρουσιάζονται στον Πίν. 3.1 καθώς και ο αριθμόν των βίντεο που έχουν χρησιμοποιηθεί

**Πίν. 3.1: Οι 7 σημαντικότερες εκφράσεις προσώπου και ο αριθμός βίντεο για κάθε μια από τις 7 σημαντικότερες εκφράσεις.**

Α\Δ	Εκφράσεις	Αριθμός βίντεο
1	Φόβος (ΦΟΒ)	54
2	Θυμός (ΘΥΜ)	49
3	Αηδία (ΑΙΔ)	72
4	Χαρά (ΧΑΡ)	115
5	Ουδετερότητα (ΟΥΔ)	53
6	Λύπη (ΛΥΠ)	103
7	Έκπληξη (ΕΚΠ)	100

Η καταλληλότερη βάση δεδομένων στην οποία υπήρχε ελεύθερη πρόσβαση ήταν η βάση δεδομένων του Cohn Canade (c++) [36]. Σε αυτή τη βάση δεδομένων τα διάφορα πρόσωπα δεν ήταν κατηγοριοποιημένα στην ανάλογη έκφραση και για τον λόγο αυτό ο συγγραφέας έπρεπε με την κρίση του να διαχωρίσει τα πρόσωπα στην ανάλογη έκφραση. Μετα από τον διαχωρισμό επιλέχθηκαν 54 βίντεο διαφορετικών ατόμων που περιγράφουν το συναίσθημα του φόβου. 49 βίντεο διαφορετικών ατόμων που περιγράφουν το συναίσθημα του θυμού. 72 βίντεο διαφορετικών ατόμων που περιγράφουν το συναίσθημα της αϊδίας. 115 βίντεο διαφορετικών ατόμων που περιγράφουν το συναίσθημα της χαράς. 53 βίντεο διαφορετικών ατόμων που περιγράφουν το συναίσθημα της ουδετερότητας. 103 βίντεο διαφορετικών ατόμων που περιγράφουν το συναίσθημα της λύπης και τέλος 100 βίντεο διαφορετικών ατόμων που περιγράφουν το συναίσθημα της έκπληξης. Αυτά τα δεδομένα αναγράφονται στον Πίν. 3.1.

Στο Διάγραμμα 3.1 παρουσιάζονται εικόνες από ένα βίντεο της βάσης δεδομένων [36] όπου παρουσιάζεται ένα πρόσωπο με την έκφραση της έκπληξης. Στην πρώτη εικόνα παρουσιάζεται το πρόσωπο ανέκφραστο δηλαδή με ουδέτερη έκφραση στην δεύτερη εικόνα παρουσιάζεται το πρόσωπο στα αρχικά στάδια εκδήλωσης της συγκεκριμένης έκφρασης και στην τρίτη εικόνα παρουσιάζεται το πρόσωπο στα τελικά στάδια εκδήλωσης της συγκεκριμένης έκφρασης. Λαμβάνοντας υπόψιν ότι κατά την διάρκεια εκδήλωσης της έκφρασης υπάρχει διαφορετική ένταση της έκφρασης σε διαφορετική χρονική στιγμή. Τα αποτελέσματα της τιμής των XY αναμένονται να έχουν την ίδια συμπεριφορά δηλαδή διαφορετικές τιμές σε διαφορετικές χρονικές περιόδους για τον λόγο ότι αλλάζει η ένταση της έκφρασης.

**Διάγρ. 3.1: Πλαίσια βίντεο από τη βάση δεδομένων που εκφράζουν την έκπληξη.**



Η συγκεκριμένη βάση δεδομένων παρείχε τα αποτελέσματα από τα AAM για όλα τα βίντεο που προαναφέρθηκαν. Για να ελεγχθεί η ορθότητα των σημείων του προσώπου έγινε χρήση του λογισμικού Matlab® έτσι ώστε να γίνει οπτική παρατήρηση της σωστής θέσης των σημείων πάνω στο πρόσωπο. Στο διάγραμμά 3.2 παρουσιάζεται η θέση των σημείων πάνω στο

πρόσωπο στην αρχή του βίντεο διάγραμμα 3.2. (α) και η θέση των σημείων πάνω στο πρόσωπο στο τέλος του βίντεο διάγραμμα 3.2.(β).

**Διάγρ. 3.2:** Εμφάνιση των σημείων στο πρόσωπο κατά την διάρκεια του βίντεο.



(α)

(β)

Τα βίντεο τα οποία ανιχνεύθηκαν να μην συμβαδίζουν με τα σημεία στο πρόσωπο δηλαδή τα ΑΑΜ απομακρύνθηκαν από την βάση δεδομένων και δεν συμπεριλήφθηκαν στην υπόλοιπη ανάλυση που έγινε.

### **3.2 Προ επεξεργασία των βίντεο**

Με σκοπό την αύξηση της ακρίβειας των μετρήσεων . την μείωση του χρόνου επεξεργασίας και για να επιτραπεί η άμεση χρήση του είδη υπάρχων κώδικα εξαγωγής των XY από το λογισμικό Matlab<sup>®</sup> τα βίντεο μετατράπηκαν σε πλαίσια μέσω του λογισμικού Matlab<sup>®</sup> (βλ. διάγραμμα ροής 1.1).

Στο διάγραμμα 3.3 παρουσιάζεται το αποτέλεσμα της μετατροπής μιας εικόνας από έγχρωμη σε διαβαθμίσεις του γκρι που έχει γίνει με την μέθοδο του channel illumination [26].

**Διάγρ. 3.3: Μετατροπή έγχρωμης εικόνας σε διαβαθμίσεις του γκρι.**



Η επόμενη επεξεργασία που έγινε στις εικόνες πριν την εξαγωγή των XY ήταν η κανονικοποίηση ιστογράμματος (βλ. διάγραμμα ροής 1.1). Η κανονικοποίηση είναι μια διαδικασία που αλλάζει το εύρος των τιμών έντασης των εικονοστοιχείων. Οι εφαρμογές που περιλαμβάνουν φωτογραφίες με φτωχή αντίθεση οφείλονται στο έντονο φως. Κανονικοποίηση ονομάζεται και τέντωμα αντίθεσης ή τέντωμα ιστογράμματος. Σε πιο γενικούς τομείς της επεξεργασίας των δεδομένων, όπως η ψηφιακή επεξεργασία σήματος, που αναφέρεται ως δυναμική επέκταση φάσματος. [26] Ο σκοπός της δυναμικής επέκτασης φάσματος στις διάφορες εφαρμογές είναι συνήθως για να φέρει την εικόνα, ή άλλο τύπο σήματος, σε μια περιοχή που είναι πιο οικεία ή κανονική προς τις αισθήσεις, εξου και ο όρος κανονικοποίηση. Συχνά, το κίνητρο είναι να επιτευχθεί συνοχή στο δυναμικό εύρος για ένα σύνολο δεδομένων, Σημάτων, ή εικόνες.

**Διάγρ. 3.4: Οπτικό αποτέλεσμα της εφαρμογής κανονικοποίησης ιστογράμματος .**





### 3.3 Κατάτμηση και κανονικοποίηση προσώπου

Όλα τα βίντεο κανωνικοποιήθηκαν (βλ. Κεφ. 2.3) έτσι ώστε να έρθει το σχήμα του προσώπου στην κατάλληλη θέση για να μπορεί να διαχωριστεί το περίγραμμα του από το υπόλοιπο φόντο που υπάρχει σε κάθε εικόνα του βίντεο. Τα ΧΥ συμπεριφέρονται διαφορετικά σε διαφορετικό μέρος. Έτσι το κάθε μέρος είναι πιθανό να έχει καλύτερά αποτελέσματα σε κάποιες εκφράσεις παρά σε κάποιες άλλες.

Αφού κανονικοποιήθηκε το κάθε βίντεο έγινε ο διαχωρισμός του προσώπου από το υπόλοιπο φόντο όπως φαίνεται στο διάγραμμα 3.5, για το πρόσωπο του διαγράμματος 3.4, αυτή η κανονικοποίηση του προσώπου εφαρμόζεται για όλα τα πλαίσια του βίντεο έτσι ώστε να λαμβάνονται μέτρησης για διάφορες εντάσεις κάθε έκφρασης.

Διάγρ. 3.5: Εξαγωγή περιγράμματος προσώπου από το υπόλοιπο φόντο .



Το επόμενο βήμα μετά από την εξαγωγή του περιγράμματος του προσώπου είναι να γίνει κατάτμηση του προσώπου σε 3 διαφορετικές περιοχές. Στο διάγραμμα 3.6.(α) παρουσιάζεται η πάνω περιοχή που είναι η περιοχή από το πιο ψηλότερο μέρος του προσώπου μέχρι το πάνω μέρος της μύτης. Αυτή η περιοχή είναι πιθανό να μπορεί να διαχωρίσει εκφράσεις που διαφέρουν μεταξύ τους από τη κίνηση των ματιών ή κάποιων ρυτίδων που δημιουργούνται στην περιοχή αυτή και παρουσιάζονται μόνο σε συγκεκριμένες εκφράσεις. Το πάνω μέρος είναι μια σημαντική περιοχή γιατί πολλές εκφράσεις μπορούν να διαχωριστούν μόνο από την κίνηση των φρυδιών. π.χ. Η Κίνηση των φρυδιών στον θυμό είναι πολύ διαφορετική από την κίνηση των φρυδιών στην έκπληξη.

Στο διάγραμμα 3.6.(β) παρουσιάζεται η μέση περιοχή που είναι η περιοχή από το πάνω μέρος της μύτης μέχρι το κάτω μέρος των χιλιών. Από αυτή την περιοχή είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι μπορεί να διαχωριστή η έκφραση της αϊδίας λόγω της έντονης αλλαγής της υφής της περιοχής λόγω της ανύψωσης της μύτης προς τα πάνω.

Επίσης στο διάγραμμα 3.7.(γ) παρουσιάζεται η κάτω περιοχή που είναι η περιοχή από το κάτω μέρος των χιλιών μέχρι το κατώτατο σημείο του προσώπου. Με αυτή την περιοχή είναι δυνατό να διαχωριστεί η έκφραση της λύπης λόγω της αλλαγής των χαρακτηριστικών του προσώπου στην περιοχή του πηγουνιού λόγω της κίνησης των χειλιών.

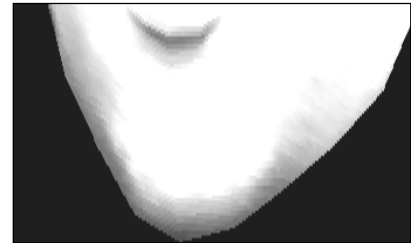
**Διάγρ. 3.6: Κατάτμηση προσώπου α) Πάνω μέρος του προσώπου. β) Μέσο μέρος του προσώπου. γ) Κάτω μέρος του προσώπου**



(α)



(β)



(γ)

### 3.4 Εξαγωγή XY

Η εξαγωγή των XY από τα διαφορετικά μέρη του προσώπου, έγινε με την χρήση κώδικα Matlab<sup>®</sup> και έγινε εξαγωγή 66 XY τα οποία χωρίζονται σε 11 διαφορετικές ομάδες. Αυτά τα XY υπολογίστηκαν για κάθε έκφραση και για κάθε μέρος. Οι εκφράσεις και τα διαφορετικά μέρη παρουσιάζονται στον πίνακα 3.3.

Για κάθε περιοχή υπό εξέταση εξάχθηκαν διαφορετικές μετρήσεις για τα 66 XY έτσι ώστε να μπορεί να γίνει σύγκριση των τιμών των XY για κάθε έκφραση από διαφορετικό μέρος. Οι ομάδες και τα XY που εξάχθηκαν έχουν δοθεί στον Πιν. 2.1.

### 3.5 Επεξεργασία των XY

Το σημαντικότερο κομμάτι αυτής της πτυχιακής εργασίας ήταν η επεξεργασία των XY έτσι ώστε να ληφθεί απόφαση για την ακαταλληλότητα των χαρακτηριστικών υφής για διαχωρισμό των 7 βασικότερων εκφράσεων και κατ' επέκταση την ακαταλληλότητα τους για μελλοντική χρήση τους για αναγνώριση υπόπτων.

Τα ακόλουθα μέτρα αποτίμησης έχουν εξαχθεί:

α) Υπολογισμό του μέσου ορού ( 2.3.1).

β) Υπολογισμός της τυπικής απόκλισης (2.5.1).

γ) Συσχέτιση Pearson r-value ανάμεσα σε κάθε συνδυασμό εκφράσεων. (2.7.1).

δ) Παραμετρικός έλεγχος Wilcoxon ανάμεσα σε κάθε συνδυασμό εκφράσεων.

ε) Εφαρμόστηκε η μέθοδος των στατιστικών ορίων έτσι ώστε να εκλεχθεί η απόδοση των σημαντικότερων χαρακτηριστικών στο να διαχωρίζουν συνδυασμούς εκφράσεων.

Ο τρόπος με τον οποίο χρησιμοποιήθηκαν αυτοί οι τύποι θα επεξηγηθεί στη συνέχεια αναλυτικά. τα βήματα που ακολουθήθηκαν και όλες οι παράμετροι που λήφθηκαν υπόψιν παρουσιάζονται στα παραρτήματα σε μορφή διαγραμμάτων ροής.

### **3.5.1 Υπολογισμός μέσου ορού και τυπικής απόκλισης.**

Για την εφαρμογή και τον υπολογισμό του μέσου όρου των XY για τα δεδομένα της παρούσας πτυχιακής εργασίας ακολουθήθηκαν τα πιο κάτω βήματα:

1. Η πρώτη παράμετρος που έπρεπε να ληφθεί υπόψιν ήταν η ύπαρξη 7 διαφορετικών εκφράσεων έτσι έπρεπε να υπολογιστούν επτά διαφορετικοί διανυσματικοί μεσοί οροί και επτά διαφορετικές τυπικές αποκλίσεις για κάθε ένα από τα 66 XY που εξάχθηκαν και για κάθε περιοχή που εξετάζεται.

2. Η δεύτερη παράμετρος που πρέπει να ληφθεί υπόψιν είναι ο αριθμός των προσώπων που βρίσκονται στην έκφραση την οποία εξετάζεται στο προηγούμενο βήμα.

3. Από τα συνολικά πρόσωπα που εντοπίστηκαν στη έκφραση από το προηγούμενο βήμα εξετάζετε επιμέρους το κάθε πρόσωπο. Για κάθε πρόσωπο υπολογίζεται ο αριθμός των πλαισίων που περιλαμβάνει.

4. Ο υπολογισμός του μέσου όρου και της τυπικής απόκλισης γίνεται σε 4 διαφορετικά μέρη έτσι πρέπει να επιλεχθεί ένα συγκεκριμένο μέρος για τον υπολογισμό.

5. Για το κάθε πρόσωπο υπολογίζεται ο αριθμός των πλαισίων που περιλαμβάνει Η σημαντικότητα αυτού του σημείου είναι αυξημένη για τον λόγο ότι κάθε πλαίσιο αντιπροσωπεύει διαφορετική χρονική στιγμή και ως αποτέλεσμα διαφορετική ένταση της έκφρασης.

6. Σε αυτή την εργασία εξετάζονται 66 διαφορετικά XY και για τον λόγο αυτό για κάθε χαρακτηριστικό πρέπει να εξάγεται ένας διαφορετικός διανυσματικός μέσος όρος.

7. Στη συνέχεια δημιουργείτε ένας βοηθητικός πίνακας στον οποίο αποθηκεύονται όλες οι τιμές των χαρακτηριστικών για τα διάφορα πλαίσια που υπάρχουν σε κάθε πρόσωπο και ο αλγόριθμος επαναλαμβάνεται για όλα τα πρόσωπα που υπάρχουν στην έκφραση. μετά από αυτή την διαδικασία ο βοηθητικός πίνακας καταλήγει να έχει την μορφή ενός πίνακα με 66

γραμμές και στήλες ίσες με τον μεγαλύτερο αριθμό πλαισίων που υπάρχουν στα πρόσωπα της έκφρασης.

8. Το επόμενο βήμα είναι να υπολογιστεί ο μέσος και η τυπική απόκλιση για κάθε στήλη του βοηθητικού πίνακα με την χρήση των τύπων που έχουν προαναφερθεί. Στην περίπτωση του μέσου όρου και της τυπικής απόκλισης οι τιμές των στηλών προστίθενται κάθετα και στην περίπτωση όπου ο αριθμός των πλαισίων ενός προσώπου είναι λιγότερος από το πρόσωπο με τα περισσότερα πλαίσια και δεν υπάρχει τιμή τότε για την συγκεκριμένη στήλη δεν υπολογίζετε μέσα στο άθροισμα η ανύπαρκτη τιμή και ο πληθυσμός των προσώπων μειώνεται

9. Αυτή η διαδικασία ακολούθησε ακόμη τέσσερις φορές έτσι ώστε να υπολογιστούν 66 διανυσματικοί μέσοι οροί και 66 διανυσματικές τυπικές αποκλίσεις μια για κάθε περιοχή που εξετάζεται. και για κάθε μια από τις επτά εκφράσεις.

10. Αφού υπολογίστηκαν οι 7 διανυσματικοί μέσοι οροί και οι 7 τυπικές αποκλίσεις για κάθε χαρακτηριστικό εφαρμόστηκαν ξανά οι τύποι για τον υπολογισμό ενός βαθμοτού μέσου όρου και μιας βαθμοτής τυπικής απόκλισης έτσι ώστε να δώσουν έναν βαθμότο αριθμό για την τυπική απόκλιση και για τον μέσο ορό.

### **3.5.2 Παραμετρικός έλεγχος Wilcoxon**

Ακολούθως χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό παραμετρικό τεστ Wilcoxon [37](Βλ. κεφ.2) μεταξύ των αποτελεσμάτων δυο διαφορετικών διανυσμάτων των XY. Με αυτή την τεχνική μπορεί να εξετασθή κατά πόσο τα δύο διανύσματα έχουν τα διαφορετικά επίπεδα κατανομής τιμών σε κάθε δείγμα. Για την εξαγωγή της στατιστικής διαφοράς (p-value) χρησιμοποιήθηκε το rank sum test από το λογισμικό Matlab®. Αυτός ο έλεγχος των 2 διανυσμάτων δείχνει πόσο σημαντικά διαφορετικά είναι τα διανύσματα που ελέγχονται. Όταν το p-value είναι μικρότερο από 5% τότε τα διανύσματα είναι σημαντικά διαφορετικά. και όταν είναι μεγαλύτερο από 5% δεν είναι σημαντικά διαφορετικά. Στην περίπτωση αυτής της πτυχιακής εργασίας για τον λόγο ότι συγκρίνονται οι διανυσματικοί μέσοι οροί για κάθε συνδυασμό εκφράσεων π.χ. (φόβος \_ θυμός), τα XY που έχουν τιμή του ( p-value) μικρότερη από 5% είναι ποιο χρήσιμα για τον λόγο ότι οι στατιστικές κατανομές τους έχουν πολύ λίγο ποσοστό επικάλυψης έτσι μπορούν πιο ευκολά να διαχωρίσουν τες δυο εκφράσεις μεταξύ τους. Αυτή η τεχνική χρησιμοποιήθηκε για την εξέταση της διαφορετικότητας του κάθε XY για κάθε συνδυασμό εκφράσεων . Επίσης, χρησιμοποιήθηκε και για της 4 προαναφερθέντες περιοχές του προσώπου και για όλα τα 66 XY, έτσι ώστε να ληφθεί απόφαση για το ποια XY και ποιο μέρος του προσώπου μπορεί να

διαχωρίσει διαφορετικό συνδυασμό εκφράσεων έτσι ώστε να βρεθούν αρκετά XY ώστε να μπορέσουν να διαχωριστούν μεταξύ τους όλες οι εκφράσεις.

Για την διεκπεραίωση του διονυμικού ελέγχου χρησιμοποιήθηκαν οι διανυσματικοί μέσοι όροι των επτά εκφράσεις που αναφερθήκαν στο προηγούμενο μέρος της πτυχιακής εργασίας. Η κάθε μια από τις 7 εκφράσεις χωρίζεται σε 4 περιοχές του προσώπου όπου από κάθε περιοχή του προσώπου εξάχθηκαν 66 διανυσματικοί μέσοι όροι. έναν για κάθε XY.

1) Στο πρώτο βήμα για τον υπολογισμό του διονομικού ελέγχου φορτώθηκαν οι διανυσματικοί μέσοι όροι για ένα XY για δυο εκφράσεις με σκοπό τη χρήση τους για τον υπολογισμό του p-value.

2) Ακολούθως επιλέχθηκε ποια από τις 4 περιοχές που προαναφέρθηκαν θα εξάγει το p-value. Στην συνέχεια έγινε επιλογή για το ποιο από τα 66 XY είναι το πιο κατάλληλο.

3) Όταν επιλέχθηκε η περιοχή του προσώπου και το XY για τα οποία θα εξάγει το p-value. εφαρμόζετε η εντολή  $p = \text{ranksum}(x1,x2)$  από το λογισμικό Matlab®. Η μεταβλητή x1 συμβολίζει το διάλυμα μέσου όρου της πρώτης έκφρασης π.χ.(πρόσωπο με έκφραση φόβου) και η μεταβλητή x2 συμβολίζει το διάλυμα μέσου όρου της δεύτερης έκφρασης π.χ. (πρόσωπο με έκφραση θυμού).

4) Αυτή η διαδικασία επαναλήφθηκε για όλες της εκφράσεις. για όλα τα μέρη του προσώπου και για όλα τα XY.[37]

### 3.5.3 Συσχέτιση Pearson r-value

Ακολούθως χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης spearman (r-value) μεταξύ των επτά εκφράσεων για κάθε ένα συνδυασμό δηλαδή 2 διανυσματικές τιμές το μέσου όρου των XY . σε συνδυασμό των 2 εκφράσεων. και για κάθε μέρος έτσι ώστε να βρεθεί ο βαθμός συσχέτισης των τιμών που παίρνει ένα XY μεταξύ των συνδυασμών. Οι τιμές του r value κυμαίνονται από το -1 μέχρι το 1. όσο πιο μακριά από το 0 είναι η τιμές του r value δηλαδή πιο κοντά στο -1 και στο 1 τόσο πιο καλή είναι και η συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ XY στους συνδυασμούς των εκφράσεων. Όσο πιο κοντά στο 0 είναι η τιμές το r-value τόσο λιγότερη είναι και η συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ των XY σε σχέση μεταξύ των συνδυασμών των εκφράσεων.

Για την διεκπεραίωση της συσχέτισης spearman χρησιμοποιήθηκαν οι διανυσματικοί μέσοι όροι που εξάχθηκαν στο προηγούμενο μέρος της πτυχιακής εργασίας. Η κάθε μια από τις 7 εκφράσεις χωρίζεται σε 4 διαφορετικά μέρη και το η κάθε μέρος περιέχει 66 διανυσματικούς μέσους όρους. έναν για κάθε XY.

Το πρώτο βήμα της διαδικασίας είναι ο υπολογισμός των συνολικών συνδυασμών που μπορούν να δημιουργηθούν ανά δυο μεθόδους. Έχοντας επτά εκφράσεις και με την ανάγκη να δημιουργηθούν συνδυασμοί ανά 2 εκφράσεις έχουμε την πράξη  $7C2 = 21$ . Έτσι έχουμε 21 συνδυασμούς εκφράσεων για κάθε περιοχή ως επακόλουθο οι συνολικοί συνδυασμοί για 4 περιοχές είναι  $4 \cdot 21 = 84$

Στο επόμενο βήμα φορτώθηκαν οι διανυσματικοί μέσοι όροι που εξάχθηκαν από κάθε μέθοδο, κάθε κατηγορία και από κάθε περιοχή του προσώπου.

Στη συνέχεια επιλέχθηκε ένας συνδυασμός των εκφράσεων, δηλαδή 2 διανυσματικοί μέσοι όροι, για ένα συνδυασμό και για μια περιοχή προσώπου με σκοπό την χρήση τους για τον υπολογισμό της συσχέτισης.

Στην συνέχεια διεξάγετε επιλογή για ποια από τα 4 μέρη προσώπου θα εκτελεστή η διαδικασία. Ακόμη μια επιλογή που γίνεται είναι για το ποιο XY από τα 66 θα εξεταστή.

Αφότου γίνουν οι πιο πάνω επιλογές εφαρμόζετε η εντολή  $r = \text{corr}(x1.x2)$  από το λογισμικό Matlab®. Η μεταβλητή x1 συμβολίζει το διάνυσμα του πρώτου μέσου όρου και η μεταβλητή x2 συμβολίζει το διάνυσμα του δεύτερου μέσου όρου.

Η πιο πάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται για όλους τους συνδυασμούς μεθόδων, για όλους τους συνδυασμούς εκφράσεων, και για κάθε συνδυασμό επαναλαμβάνεται για όλες τις περιοχές του προσώπου και για κάθε XY που εξάγεται από κάθε περιοχή.[38]

#### 3.5.4 Στατιστικά όρια

Στους χάρτες ελέγχου μέσης τιμής αποτυπώνεται η μέση τιμή ( $\bar{X}$ ) ενώ στους χάρτες ελέγχου εύρους αποτυπώνεται το εύρος (R). Υπολογίζουμε τους παράγοντες των ορίων και στους χάρτες ελέγχου διαπιστώνουμε ότι οι χάρτες ελέγχου της μέσης τιμής έχουν ένα κοινό συντελεστή υπολογισμού του Ανώτατου και του Κατώτατου ορίου. Ενώ οι χάρτες ελέγχου του εύρους έχουν διαφορετικό συντελεστή υπολογισμού για κάθε όριο, για το Ανώτατο όριο και το Κατώτατο όριο.

Προκειμένου να δημιουργηθούν χάρτες ελέγχου για την περίπτωση που εξετάζετε στη παρούσα διπλωματική εργασία σχεδιάζετε ένα γράφημα το οποίο αποτελείται από μια κεντρική γραμμή (Κ.Γ) που είναι ο μέσος όρος του εξεταζόμενου XY, το ανώτατο (Α.Ο.Ε) οπύ είναι το αποτέλεσμα της πρόσθεσης της μέσης τιμής μαζί με τρεις φορές η τυπική απόκλιση και το κατώτατο (Κ.Ο.Ε) όριο ελέγχου οπύ είναι το αποτέλεσμα της αφαίρεσης της μέσης τιμής μαζί με τρεις φορές η τυπική απόκλιση.

Σε αυτή την πτυχιακή εργασία το παραπάνω θεώρημα χρησιμοποιήθηκε έτσι ώστε να βρεθούν τα ανώτατα και κατώτατα όρια των σημαντικών χαρακτηριστικών για κάθε έκφραση. Αυτά τα όρια θα βοηθήσουν στην εξέταση της ακαταλληλότητας των χαρακτηριστικών υφής για τον διορισμό εκφράσεων με τον εξής τρόπο:

Αφού βρεθούν τα όρια για κάθε χαρακτηριστικό και για κάθε έκφραση με τους εξής τύπους :

$$A.O.E = \bar{\chi} + 3\sigma$$

$$K.O.E = \bar{\chi} - 3\sigma$$

- $\bar{\chi}$  = Η μέση τιμή του χαρακτηριστικού για την εξεταζόμενη έκφραση.
- $\Sigma$  = Η τυπική απόκλιση του χαρακτηριστικού για την εξεταζόμενη έκφραση.

Στην συνέχεια για την διάκριση ενός δήγματος εξάγετε η μέση τιμή για ένα χαρακτηριστικό και συγκρίνεται με το εύρος της κάθε έκφρασης για να βρεθεί η έκφραση στην οποία ανήκει. Η πιο πάνω θεωρία χρησιμοποιήθηκε έτσι ώστε να τεθούν όρια για τις τιμές που πρέπει να έχουν τα καταλληλότερα χαρακτηριστικά υφής σε κάθε έκφραση έτσι ώστε να μπορούν να διαχωριστούν οι εκφράσεις μεταξύ τους. Σε κάθε έκφραση η τιμή του χαρακτηριστικού πρέπει να είναι διαφορετική και η διακύμανση του να μην είναι πολύ μεγάλη. Με την χρήση των ορίων ελέγχου εξετάστηκαν τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά κατά πόσο μπορούν να διαχωρίσουν συγκεκριμένες εκφράσεις μεταξύ τους.

## 4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σε αυτό το κεφαλαίο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τις στατιστικές μεθόδους που εφαρμοστήκαν αφού έγινε εξαγωγή όλων των ΧΥ όπου παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 2 από όλες της έκφρασης και από όλα τα μέρη τα οποία φαίνονται στον Πιν. .3.1.

### 4.1 Επιλογή σημαντικότερων ΧΥ

Στον Πίν. 4.1. παρουσιάζονται οι ομάδες των και ο αριθμός των ΧΥ τα οποία ήταν στατιστικά σημαντικά διαφορετικά μεταξύ των εκφράσεων ( $p < 0.05$ ) για όλους τους συνδυασμούς εκφράσεων και για όλα τα μέρη του προσώπου.

Πίν. 4.1: Ομάδες και αριθμός των ΧΥ που είναι στατιστικά σημαντικά μεταξύ των διαφορετικών εκφράσεων

Συνδυασμός Εκφράσεων	Φόβος	Θυμός	Αηδία	Χαρά	Ουδετερότητα	Λύπη	Έκπληξη
Φόβος (Ολικό)	χ	FOS=3 SGLDMM=8 SGLDMR=7 GLDS=1 NGTDM=4 SFM=1 TEM=2 FDTA=4 FPS=1 SP=4 RL=4	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=5	FOS=3 SGLDMM=6 SGLDMR=6 GLDS=2 NGTDM=2 SFM=2 TEM=4 FPS=1 SP=2 RL=4	FOS=4 SGLDMM=8 SGLDMR=9 GLDS=3 NGTDM=2 SFM=3 TEM=6 FDTA=1 FPS=1 SP=4 RL=4	FOS=3 SGLDMM=5 SGLDMR=6 GLDS=3 NGTDM=2 SFM=3 TEM=5 SP=4 RL=4	FOS=4 SGLDMM=6 SGLDMR=9 GLDS=3 NGTDM=2 SFM=3 TEM=5 FDTA=1 FPS=1 SP=4 RL=4
Φόβος (Πάνω)	χ	FOS=3 SGLDMM=8 SGLDMR=7 GLDS=1 NGTDM=4 SFM=1 TEM=2 FDTA=4 FPS=1 SP=4 RL=4	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=5	FOS=3 SGLDMM=6 SGLDMR=6 GLDS=2 NGTDM=2 SFM=2 TEM=4 FPS=1 SP=2 RL=4	FOS=4 SGLDMM=8 SGLDMR=9 GLDS=3 NGTDM=2 SFM=3 TEM=6 FDTA=1 FPS=1 SP=4 RL=4	FOS=3 SGLDMM=5 SGLDMR=6 GLDS=3 NGTDM=2 SFM=3 TEM=5 SP=4 RL=4	FOS=4 SGLDMM=6 SGLDMR=9 GLDS=3 NGTDM=2 SFM=3 TEM=5 FDTA=1 FPS=1 SP=4 RL=4
Φόβος (Μέσω)	χ	FOS=3 SGLDMM=8 SGLDMR=9 GLDS=1 NGTDM=3 SFM=1 TEM=1 FDTA=4 FPS=1 SP=4 RL=4	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=5	FOS=4 SGLDMM=5 SGLDMR=9 GLDS=3 NGTDM=2 SFM=3 TEM=5 FPS=1 SP=1 RL=4	FOS=4 SGLDMM=7 SGLDMR=9 GLDS=4 NGTDM=3 SFM=2 TEM=5 FDTA=1 FPS=1 SP=3 RL=4	FOS=3 SGLDMM=5 SGLDMR=9 GLDS=3 NGTDM=2 SFM=2 TEM=5 SP=3 RL=4	FOS=3 SGLDMM=7 SGLDMR=9 GLDS=4 NGTDM=3 SFM=2 TEM=5 FDTA=1 FPS=1 SP=4 RL=4



Φόβος (Κάτω)	χ	TEAM_1=3 TEAM_2=10 TEAM_3=6 TEAM_4=3 TEAM_5=2 TEAM_6=1 TEAM_7=1 TEAM_8=4 TEAM_9=2 TEAM_10=4 TEAM_11=3	TEAM_1=5 TEAM_2=13 TEAM_3=13 TEAM_4=4 TEAM_5=5 TEAM_6=4 TEAM_7=6 TEAM_8=4 TEAM_9=2 TEAM_10=5 TEAM_11=5	TEAM_1=3 TEAM_2=6 TEAM_3=8 TEAM_4=2 TEAM_5=2 TEAM_6=3 TEAM_7=5 TEAM_8=1 TEAM_10=1 TEAM_11=4	TEAM_1=5 TEAM_2=8 TEAM_3=8 TEAM_4=3 TEAM_5=4 TEAM_6=1 TEAM_7=6 TEAM_8=2 TEAM_9=1 TEAM_10=4 TEAM_11=4	TEAM_1=5 TEAM_2=8 TEAM_3=7 TEAM_4=3 TEAM_5=2 TEAM_6=2 TEAM_7=6 TEAM_8=2 TEAM_10=4 TEAM_11=4	TEAM_1=5 TEAM_2=9 TEAM_3=10 TEAM_4=3 TEAM_5=4 TEAM_6=3 TEAM_7=6 TEAM_8=4 TEAM_10=4 TEAM_11=4
Θυμός (Ολικό)	FOS=3 SGLDMM=8 SGLDMR=7 GLDS=1 NGTDM=4 SFM=1 TEM=2 FDTA=4 FPS=1 SP=4 RL=4	X	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=5	FOS=5 SGLDMM=10 SGLDMR=6 GLDS=2 NGTDM=2 SFM=3 TEM=5 FDTA=2 FPS=1 SP=4 RL=5	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=5	FOS=5 SGLDMM=10 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=4 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=1 SP=4 RL=5	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=5
Θυμός (Πάνω)	FOS=3 SGLDMM=8 SGLDMR=7 GLDS=1 NGTDM=4 SFM=1 TEM=2 FDTA=4 FPS=1 SP=4 RL=4	X	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=5	FOS=5 SGLDMM=10 SGLDMR=6 GLDS=2 NGTDM=2 SFM=3 TEM=5 FDTA=2 FPS=1 SP=4 RL=5	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=5	FOS=5 SGLDMM=10 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=4 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=1 SP=4 RL=5	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=5
Θυμός (Μέσω)	FOS=3 SGLDMM=8 SGLDMR=9 GLDS=1 NGTDM=3 SFM=1 TEM=1 FDTA=4 FPS=1 SP=4 RL=4	X	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=5	FOS=4 SGLDMM=10 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=3 SFM=4 TEM=5 FDTA=1 FPS=1 SP=4 RL=4	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=5	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=2 FPS=2 SP=4 RL=5	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=5
Θυμός (Κάτω)	TEAM_1=3 TEAM_2=10 TEAM_3=6 TEAM_4=3 TEAM_5=2 TEAM_6=1 TEAM_7=1 TEAM_8=4 TEAM_9=2 TEAM_10=4 TEAM_11=3	χ	TEAM_1=5 TEAM_2=13 TEAM_3=13 TEAM_4=4 TEAM_5=5 TEAM_6=4 TEAM_7=6 TEAM_8=4 TEAM_9=2 TEAM_10=5 TEAM_11=5	TEAM_1=5 TEAM_2=10 TEAM_3=10 TEAM_4=4 TEAM_5=2 TEAM_6=4 TEAM_7=6 TEAM_8=2 TEAM_9=1 TEAM_10=5 TEAM_11=5	TEAM_1=5 TEAM_2=13 TEAM_3=13 TEAM_4=4 TEAM_5=5 TEAM_6=4 TEAM_7=6 TEAM_8=4 TEAM_9=2 TEAM_10=5 TEAM_11=5	TEAM_1=5 TEAM_2=13 TEAM_3=11 TEAM_4=4 TEAM_5=4 TEAM_6=4 TEAM_7=6 TEAM_8=4 TEAM_9=2 TEAM_10=4 TEAM_11=5	TEAM_1=5 TEAM_2=13 TEAM_3=13 TEAM_4=4 TEAM_5=5 TEAM_6=4 TEAM_7=6 TEAM_8=4 TEAM_9=2 TEAM_10=5 TEAM_11=5
Αηδία (Ολικό)	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2	X	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2	FOS=3 SGLDMM=4 SGLDMR=9 GLDS=1 NGTDM=1 SFM=3 FDTA=2 FPS=1 SP=3	FOS=4 SGLDMM=8 SGLDMR=9 GLDS=2 NGTDM=4 SFM=2 TEM=1 FDTA=3 FPS=2	FOS=4 SGLDMM=4 SGLDMR=2 GLDS=1 NGTDM=1 SFM=2 TEM=1 FDTA=2 FPS=2

	SP=5 RL=5	SP=5 RL=5		SP=5 RL=5	RL=5	SP=3 RL=5	SP=1 RL=2
Αηδία (Πάνω)	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=5	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=5	X	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=5	FOS=3 SGLDMM=4 SGLDMR=8 GLDS=1 NGTDM=1 SFM=3 FDTA=2 FPS=1 SP=3 RL=5	FOS=4 SGLDMM=8 SGLDMR=9 GLDS=2 NGTDM=4 SFM=2 TEM=1 FDTA=3 FPS=2 SP=3 RL=5	FOS=4 SGLDMM=4 SGLDMR=2 GLDS=1 NGTDM=1 SFM=2 TEM=1 FDTA=2 FPS=2 SP=1 RL=2
Αηδία (Μέσω)	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=5	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=5	X	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=5	FOS=3 SGLDMM=6 SGLDMR=7 GLDS=2 NGTDM=1 SFM=3 FDTA=2 FPS=1 SP=5 RL=4	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=10 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=4	FOS=5 SGLDMM=7 SGLDMR=4 NGTDM=3 SFM=2 TEM=1 FDTA=2 FPS=2 SP=1 RL=2
Αηδία (Κάτω)	TEAM_1=5 TEAM_2=13 TEAM_3=13 TEAM_4=4 TEAM_5=5 TEAM_6=4 TEAM_7=6 TEAM_8=4 TEAM_9=2 TEAM_10=5 TEAM_11=5	TEAM_1=5 TEAM_2=13 TEAM_3=13 TEAM_4=4 TEAM_5=5 TEAM_6=4 TEAM_7=6 TEAM_8=4 TEAM_9=2 TEAM_10=5 TEAM_11=5	X	TEAM_1=5 TEAM_2=13 TEAM_3=13 TEAM_4=4 TEAM_5=5 TEAM_6=4 TEAM_7=6 TEAM_8=4 TEAM_9=2 TEAM_10=5 TEAM_11=5	TEAM_1=4 TEAM_2=4 TEAM_3=8 TEAM_4=1 TEAM_5=1 TEAM_6=2 TEAM_8=1 TEAM_9=1 TEAM_10=4 TEAM_11=5	TEAM_1=4 TEAM_2=7 TEAM_3=8 TEAM_4=2 TEAM_5=4 TEAM_6=2 TEAM_8=1 TEAM_9=1 TEAM_10=3 TEAM_11=2	TEAM_1=4 TEAM_2=3 TEAM_3=3 TEAM_6=3 TEAM_8=1 TEAM_9=1 TEAM_10=1 TEAM_11=2
Χαρά (Ολικό)	FOS=3 SGLDMM=6 SGLDMR=6 GLDS=2 NGTDM=2 SFM=2 TEM=4 FPS=1 SP=2 RL=4	FOS=5 SGLDMM=10 SGLDMR=6 GLDS=2 NGTDM=2 SFM=3 TEM=5 FDTA=2 FPS=1 SP=4 RL=5	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=5	X	FOS=1 SGLDMM=9 SGLDMR=4 GLDS=3 NGTDM=3 SFM=1 TEM=6 FDTA=4 FPS=1	SGLDMM=2 SGLDMR=3 GLDS=2 SFM=1 FDTA=2 FPS=1 SP=2 RL=1	FOS=1 SGLDMM=2 SGLDMR=3 GLDS=1 NGTDM=1 SFM=1 FDTA=3
Χαρά (Πάνω)	FOS=3 SGLDMM=6 SGLDMR=6 GLDS=2 NGTDM=2 SFM=2 TEM=4 FPS=1 SP=2 RL=4	FOS=5 SGLDMM=10 SGLDMR=6 GLDS=2 NGTDM=2 SFM=3 TEM=5 FDTA=2 FPS=1 SP=4 RL=5	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=5	X	FOS=1 SGLDMM=9 SGLDMR=4 GLDS=3 NGTDM=3 SFM=1 TEM=6 FDTA=4 FPS=1	SGLDMM=2 SGLDMR=3 GLDS=2 SFM=1 FDTA=2 FPS=1 SP=2 RL=1	FOS=1 SGLDMM=2 SGLDMR=3 GLDS=1 NGTDM=1 SFM=1 FDTA=3
Χαρά (Μέσω)	FOS=4 SGLDMM=5 SGLDMR=9 GLDS=3	FOS=4 SGLDMM=10 SGLDMR=13 GLDS=4	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4	X	FOS=4 SGLDMM=5 SGLDMR=9 GLDS=3	FOS=4 SGLDMM=10 SGLDMR=13 GLDS=4	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4

	<i>NGTDM=2</i> <i>SFM=3</i> <i>TEM=5</i> <i>FPS=1</i> <i>SP=1</i> <i>RL=4</i>	<i>NGTDM=3</i> <i>SFM=4</i> <i>TEM=5</i> <i>FDTA=1</i> <i>FPS=1</i> <i>SP=4</i> <i>RL=4</i>	<i>NGTDM=5</i> <i>SFM=4</i> <i>TEM=6</i> <i>FDTA=4</i> <i>FPS=2</i> <i>SP=5</i> <i>RL=5</i>		<i>NGTDM=2</i> <i>SFM=3</i> <i>TEM=5</i> <i>FPS=1</i> <i>SP=1</i> <i>RL=4</i>	<i>NGTDM=3</i> <i>SFM=4</i> <i>TEM=5</i> <i>FDTA=1</i> <i>FPS=1</i> <i>SP=4</i> <i>RL=4</i>	<i>NGTDM=5</i> <i>SFM=4</i> <i>TEM=6</i> <i>FDTA=4</i> <i>FPS=2</i> <i>SP=5</i> <i>RL=5</i>
Χαρά (Κάτω)	<i>TEAM_1=3</i> <i>TEAM_2=6</i> <i>TEAM_3=8</i> <i>TEAM_4=2</i> <i>TEAM_5=2</i> <i>TEAM_6=3</i> <i>TEAM_7=5</i> <i>TEAM_8=1</i> <i>TEAM_10=1</i> <i>TEAM_11=4</i>	<i>TEAM_1=5</i> <i>TEAM_2=10</i> <i>TEAM_3=10</i> <i>TEAM_4=4</i> <i>TEAM_5=2</i> <i>TEAM_6=4</i> <i>TEAM_7=6</i> <i>TEAM_8=2</i> <i>TEAM_9=1</i> <i>TEAM_10=5</i> <i>TEAM_11=5</i>	<i>TEAM_1=5</i> <i>TEAM_2=13</i> <i>TEAM_3=13</i> <i>TEAM_4=4</i> <i>TEAM_5=5</i> <i>TEAM_6=4</i> <i>TEAM_7=6</i> <i>TEAM_8=4</i> <i>TEAM_9=2</i> <i>TEAM_10=5</i> <i>TEAM_11=5</i>	X	<i>TEAM_1=1</i> <i>TEAM_2=9</i> <i>TEAM_3=2</i> <i>TEAM_4=3</i> <i>TEAM_5=3</i> <i>TEAM_6=1</i> <i>TEAM_7=3</i> <i>TEAM_8=4</i> <i>TEAM_9=1</i>	<i>TEAM_1=3</i> <i>TEAM_2=6</i> <i>TEAM_3=1</i> <i>TEAM_4=2</i> <i>TEAM_5=2</i> <i>TEAM_6=1</i> <i>TEAM_7=2</i> <i>TEAM_8=3</i> <i>TEAM_9=1</i> <i>TEAM_10=2</i> <i>TEAM_11=3</i>	<i>TEAM_1=2</i> <i>TEAM_2=9</i> <i>TEAM_3=7</i> <i>TEAM_4=1</i> <i>TEAM_5=2</i> <i>TEAM_6=1</i> <i>TEAM_7=1</i> <i>TEAM_8=4</i> <i>TEAM_9=1</i> <i>TEAM_10=2</i> <i>TEAM_11=3</i>
Ουδετερότητα (Ολικό)	<i>FOS=4</i> <i>SGLDMM=8</i> <i>SGLDMR=9</i> <i>GLDS=3</i> <i>NGTDM=2</i> <i>SFM=3</i> <i>TEM=6</i> <i>FDTA=1</i> <i>FPS=1</i> <i>SP=4</i> <i>RL=4</i>	<i>FOS=5</i> <i>SGLDMM=13</i> <i>SGLDMR=13</i> <i>GLDS=4</i> <i>NGTDM=5</i> <i>SFM=4</i> <i>TEM=6</i> <i>FDTA=4</i> <i>FPS=2</i> <i>SP=5</i> <i>RL=5</i>	<i>FOS=3</i> <i>SGLDMM=4</i> <i>SGLDMR=9</i> <i>GLDS=1</i> <i>NGTDM=1</i> <i>SFM=3</i> <i>FDTA=2</i> <i>FPS=1</i> <i>SP=3</i> <i>RL=5</i>	<i>FOS=1</i> <i>SGLDMM=9</i> <i>SGLDMR=4</i> <i>GLDS=3</i> <i>NGTDM=3</i> <i>SFM=1</i> <i>TEM=6</i> <i>FDTA=4</i> <i>FPS=1</i>	X	<i>FOS=1</i> <i>SGLDMM=3</i> <i>TEM=5</i> <i>FDTA=1</i>	<i>FOS=1</i>
Ουδετερότητα (Πάνω)	<i>FOS=4</i> <i>SGLDMM=8</i> <i>SGLDMR=9</i> <i>GLDS=3</i> <i>NGTDM=2</i> <i>SFM=3</i> <i>TEM=6</i> <i>FDTA=1</i> <i>FPS=1</i> <i>SP=4</i> <i>RL=4</i>	<i>FOS=5</i> <i>SGLDMM=13</i> <i>SGLDMR=13</i> <i>GLDS=4</i> <i>NGTDM=5</i> <i>SFM=4</i> <i>TEM=6</i> <i>FDTA=4</i> <i>FPS=2</i> <i>SP=5</i> <i>RL=5</i>	<i>FOS=3</i> <i>SGLDMM=4</i> <i>SGLDMR=8</i> <i>GLDS=1</i> <i>NGTDM=1</i> <i>SFM=3</i> <i>FDTA=2</i> <i>FPS=1</i> <i>SP=3</i> <i>RL=5</i>	<i>FOS=1</i> <i>SGLDMM=9</i> <i>SGLDMR=4</i> <i>GLDS=3</i> <i>NGTDM=3</i> <i>SFM=1</i> <i>TEM=6</i> <i>FDTA=4</i> <i>FPS=1</i>	X	<i>FOS=1</i> <i>SGLDMM=3</i> <i>TEM=5</i> <i>FDTA=1</i>	<i>FOS=1</i>
Ουδετερότητα (Μέσω)	<i>FOS=4</i> <i>SGLDMM=7</i> <i>SGLDMR=9</i> <i>GLDS=4</i> <i>NGTDM=3</i> <i>SFM=2</i> <i>TEM=5</i> <i>FDTA=1</i> <i>FPS=1</i> <i>SP=3</i> <i>RL=4</i>	<i>FOS=5</i> <i>SGLDMM=13</i> <i>SGLDMR=13</i> <i>GLDS=4</i> <i>NGTDM=5</i> <i>SFM=4</i> <i>TEM=6</i> <i>FDTA=4</i> <i>FPS=2</i> <i>SP=5</i> <i>RL=5</i>	<i>FOS=3</i> <i>SGLDMM=6</i> <i>SGLDMR=7</i> <i>GLDS=2</i> <i>NGTDM=1</i> <i>SFM=3</i> <i>FDTA=2</i> <i>FPS=1</i> <i>SP=5</i> <i>RL=4</i>	<i>FOS=4</i> <i>SGLDMM=5</i> <i>SGLDMR=9</i> <i>GLDS=3</i> <i>NGTDM=2</i> <i>SFM=3</i> <i>TEM=5</i> <i>FPS=1</i> <i>SP=1</i> <i>RL=4</i>	X	<i>TEAM_2=1</i> <i>TEAM_6=1</i> <i>TEAM_7=5</i> <i>TEAM_8=1</i>	----- -
Ουδετερότητα (Κάτω)	<i>TEAM_1=5</i> <i>TEAM_2=8</i> <i>TEAM_3=8</i> <i>TEAM_4=3</i> <i>TEAM_5=4</i> <i>TEAM_6=1</i> <i>TEAM_7=6</i> <i>TEAM_8=2</i> <i>TEAM_9=1</i> <i>TEAM_10=4</i> <i>TEAM_11=4</i>	<i>TEAM_1=5</i> <i>TEAM_2=13</i> <i>TEAM_3=13</i> <i>TEAM_4=4</i> <i>TEAM_5=5</i> <i>TEAM_6=4</i> <i>TEAM_7=6</i> <i>TEAM_8=4</i> <i>TEAM_9=2</i> <i>TEAM_10=5</i> <i>TEAM_11=5</i>	<i>TEAM_1=4</i> <i>TEAM_2=4</i> <i>TEAM_3=8</i> <i>TEAM_4=1</i> <i>TEAM_5=1</i> <i>TEAM_6=2</i> <i>TEAM_8=1</i> <i>TEAM_9=1</i> <i>TEAM_10=4</i> <i>TEAM_11=5</i>	<i>TEAM_1=1</i> <i>TEAM_2=9</i> <i>TEAM_3=2</i> <i>TEAM_4=3</i> <i>TEAM_5=3</i> <i>TEAM_6=1</i> <i>TEAM_7=3</i> <i>TEAM_8=4</i> <i>TEAM_9=1</i>	X	<i>TEAM_2=2</i> <i>TEAM_5=2</i>	-----

Λύπη (Ολικό)	FOS=3 SGLDMM=5 SGLDMR=6 GLDS=3 NGTDM=2 SFM=3 TEM=5 SP=4 RL=4	FOS=5 SGLDMM=10 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=4 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=1 SP=4 RL=5	FOS=4 SGLDMM=8 SGLDMR=9 GLDS=2 NGTDM=4 SFM=2 TEM=1 FDTA=3 FPS=2 SP=3 RL=5	SGLDMM=2 SGLDMR=3 GLDS=2 SFM=1 FDTA=2 FPS=1 SP=2 RL=1	FOS=1 SGLDMM=3 TEM=5 FDTA=1	X	FOS=1 SGLDMM=2 SGLDMR=1 GLDS=1
Λύπη (Πάνω)	FOS=3 SGLDMM=5 SGLDMR=6 GLDS=3 NGTDM=2 SFM=3 TEM=5 SP=4 RL=4	FOS=5 SGLDMM=10 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=4 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=1 SP=4 RL=5	FOS=4 SGLDMM=8 SGLDMR=9 GLDS=2 NGTDM=4 SFM=2 TEM=1 FDTA=3 FPS=2 SP=3 RL=5	SGLDMM=2 SGLDMR=3 GLDS=2 SFM=1 FDTA=2 FPS=1 SP=2 RL=1	FOS=1 SGLDMM=3 TEM=5 FDTA=1	X	FOS=1 SGLDMM=2 SGLDMR=1 GLDS=1
Λύπη (Μέσω)	FOS=3 SGLDMM=5 SGLDMR=9 GLDS=3 NGTDM=2 SFM=2 TEM=5 SP=3 RL=4	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=2 FPS=2 SP=4 RL=5	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=10 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=4	FOS=4 SGLDMM=10 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=3 SFM=4 TEM=5 FDTA=1 FPS=1 SP=4 RL=4	TEAM_2=1 TEAM_6=1 TEAM_7=5 TEAM_8=1	X	TEAM_2=2 TEAM_3=3 TEAM_4=1 TEAM_5=1 TEAM_7=1 TEAM_8=1
Λύπη (Κάτω)	TEAM_1=5 TEAM_2=8 TEAM_3=7 TEAM_4=3 TEAM_5=2 TEAM_6=2 TEAM_7=6 TEAM_8=2 TEAM_10=4 TEAM_11=4	TEAM_1=5 TEAM_2=13 TEAM_3=11 TEAM_4=4 TEAM_5=4 TEAM_6=4 TEAM_7=6 TEAM_8=4 TEAM_9=2 TEAM_10=4 TEAM_11=5	TEAM_1=4 TEAM_2=7 TEAM_3=8 TEAM_4=2 TEAM_5=4 TEAM_6=2 TEAM_8=1 TEAM_9=1 TEAM_10=3 TEAM_11=2	TEAM_1=3 TEAM_2=6 TEAM_3=1 TEAM_4=2 TEAM_5=2 TEAM_6=1 TEAM_7=2 TEAM_8=3 TEAM_9=1 TEAM_10=2 TEAM_11=3	TEAM_2=2 TEAM_5=2	χ	TEAM_1=1 TEAM_2=2 TEAM_3=2 TEAM_4=1 TEAM_5=1 TEAM_7=1
Έκπληξη (Ολικό)	FOS=4 SGLDMM=6 SGLDMR=9 GLDS=3 NGTDM=2 SFM=3 TEM=5 FDTA=1 FPS=1 SP=4 RL=4	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=5	FOS=4 SGLDMM=4 SGLDMR=2 GLDS=1 NGTDM=1 SFM=2 TEM=1 FDTA=2 FPS=2 SP=1 RL=2	FOS=1 SGLDMM=2 SGLDMR=3 GLDS=1 NGTDM=1 SFM=1 FDTA=3	FOS=1	FOS=1 SGLDMM=2 SGLDMR=1 GLDS=1	X
Έκπληξη (Πάνω)	FOS=4 SGLDMM=6 SGLDMR=9 GLDS=3 NGTDM=2 SFM=3 TEM=5 FDTA=1 FPS=1	FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2	FOS=4 SGLDMM=4 SGLDMR=2 GLDS=1 NGTDM=1 SFM=2 TEM=1 FDTA=2 FPS=2	FOS=1 SGLDMM=2 SGLDMR=3 GLDS=1 NGTDM=1 SFM=1 FDTA=3	FOS=1	FOS=1 SGLDMM=2 SGLDMR=1 GLDS=1	X

	<i>SP=4 RL=4</i>	<i>SP=5 RL=5</i>	<i>SP=1 RL=2</i>				
Έκπληξη (Μέσω)	<i>FOS=3 SGLDMM=7 SGLDMR=9 GLDS=4 NGTDM=3 SFM=2 TEM=5 FDTA=1 FPS=1 SP=4 RL=4</i>	<i>FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=5</i>	<i>FOS=5 SGLDMM=7 SGLDMR=4 NGTDM=3 SFM=2 TEM=1 FDTA=2 FPS=2 SP=1 RL=2</i>	<i>FOS=5 SGLDMM=13 SGLDMR=13 GLDS=4 NGTDM=5 SFM=4 TEM=6 FDTA=4 FPS=2 SP=5 RL=5</i>	-----	<i>TEAM_2=2 TEAM_3=3 TEAM_4=1 TEAM_5=1 TEAM_7=1 TEAM_8=1</i>	X
Έκπληξη (Κάτω)	<i>TEAM_1=5 TEAM_2=9 TEAM_3=10 TEAM_4=3 TEAM_5=4 TEAM_6=3 TEAM_7=6 TEAM_8=4 TEAM_10=4 TEAM_11=4</i>	<i>TEAM_1=5 TEAM_2=13 TEAM_3=13 TEAM_4=4 TEAM_5=5 TEAM_6=4 TEAM_7=6 TEAM_8=4 TEAM_9=2 TEAM_10=5 TEAM_11=5</i>	<i>TEAM_1=4 TEAM_2=3 TEAM_3=3 TEAM_6=3 TEAM_8=1 TEAM_9=1 TEAM_10=1 TEAM_11=2</i>	<i>TEAM_1=2 TEAM_2=9 TEAM_3=7 TEAM_4=1 TEAM_5=2 TEAM_6=1 TEAM_7=1 TEAM_8=4 TEAM_9=1 TEAM_10=2 TEAM_11=3</i>	<i>TEAM_2=2 TEAM_5=2</i>	<i>TEAM_1=1 TEAM_2=2 TEAM_3=2 TEAM_4=1 TEAM_5=1 TEAM_7=1</i>	X

## 4.2 Μέσος όρος και τυπική απόκλιση

Το επόμενο στάδιο της ανάλυσης ήταν να υπολογιστεί ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση της κάθε έκφρασης για το κάθε μέρος του προσώπου έτσι ώστε να μπορούν να διακριθούν οι τιμές των XY για να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο σύγκρισης για να υπολογιστή η ακαταλληλότητα τους. Στον Πίν. 4.2 παρουσιάζεται ο μέσος όρος του κάθε XY ( $\pm$ τυπική απόκλιση για τα τέσσερα διαφορετικά μέρη του προσώπου (ολικό/ πάνω/μέσο /κάτω).

Πίν. 4.2: Μέσος όρος και τυπική απόκλιση.

Έκφραση	Φόβος	Θυμός	Αηδία	Χαρά	Ουδετερότητα	Λύπη	Έκπληξη
X.Y							
<b>First Order Statistics (FOS)</b>							
Mean	151.74 (42.84)/ 162.34 (45.82)/ 174.92 (49.49)/ 130.36 (37.5)	146.16 (36.39)/ 146.91 (36.87)/ 174.36 (43.05)/ 133.97 (33.96)	136.34 (44.18)/ 136.54 (44.61)/ 165.24 (53.3)/ 117.79 (40.08)	140.25 (38.48)/ 145.07 (39.6)/ 158.59 (43.54)/ 125.8 (35.8)	136.6(41.64)/ 138.68(42.11)/ 156.53(47.27)/ 120.6 (39.62)	135.09 (39.73)/ 138.54 (41.05)/ 166.74 (48.88)/ 106.52 (33.11)/	143.34 (39.76)/ 151.29 (41.89)/ 166.68 (46.38)/ 118.36 (34.21)
Median	150.1 (43.1)/ 169.48 (48.28)/ 185.81 (53.11)/ 112.62 (35.04)	149.91 (38.12)/ 149.56 (38.28)/ 183.01 (45.91)/ 129.03 (34.02)	143.05 (47.48)/ 138.8 (47.37)/ 177.75 (58.28)/ 111.16 (42.42)	145.5 (40.51)/ 148.53 (41.07)/ 163 (45.66)/ 125.3 (36.73)	137.89 (42.23)/ 138.91 (42.64)/ 164.71 (51.07)/ 116.61 (37.58)	136.39 (40.8)/ 140.15 (42.63)/ 178.83 (53.28)/ 101.74 (32.78)	152.98 (43.84)/ 159.08 (45.38)/ 180.79 (51.17)/ 117.72 (35.74)
Standart Deviation	50.44 (15.76)/ 48.65 (14.74)/ 43.66 (13.41)/ 44.32 (15.07)	56.25 (15.17)/ 54.5 (14.39)/ 47.39 (12.78)/ 52.91 (15.32)	61.64 (20.68)/ 62.21 (19.74)/ 51.58 (16.64)/ 55.07 (21.64)	60.2 (16.23)/ 60.68 (16.06)/ 53.78 (13.92)/ 57.58 (16.88)	50.65 (16.16)/ 51.7 (15.66)/ 48.51 (14.92)/ 40.09 (15.75)	56.54 (17.6)/ 56.26 (17.04)/ 50.32 (15.48)/ 40.32 (14.83)	60.11 (17.1)/ 60.48 (16.69)/ 54.28 (14.96)/ 49.28 (15.98)
Skewness	95.56 (30.28)/ 95.6 (30.32)/ 111.83 (36.34)/ 95.56 (30.28)	79.83 (22.95)/ 79.83 (22.95)/ 89.15 (27.84)/ 79.83 (22.95)	65.05 (32.93)/ 65. (32.81)/ 87.73 (44.15)/ 62.94 (29.21)	66.35 (23.14)/ 66.35 (23.14)/ 66.55 (23.32)/ 66.35 (23.14)	81.88 (31.5)/ 81.88 (31.5)/ 83.02 (32.36)/ 81.88 (31.5)	70.52 (27.4)/ 70.52 (27.4)/ 93.93 (35.26)/ 69.19 (25.2)	71.38(30.75)/ 78.19 (36.22)/ 85.43 (40.79)/ 67.14 (23.2)
Kurtosis	0.06 (0.12)/ -0.29 (0.14)/ -0.73 (0.27)/ 0.86 (0.31)	0.05 (0.09)/ 0.01 (0.1)/ -0.67 (0.22)/ 0.31 (0.16)	-0.03 (0.18)/ -0.02 (0.2)/ -0.66 (0.34)/ 0.25 (0.21)	0. (0.16)/ -0.13 (0.14)/ -0.37 (0.23)/ 0.32 (0.24)/	0.08 (0.19)/ 0.02 (0.12)/ -0.55 (0.27)/ 0.37 (0.34)	0.09 (0.15)/ -0.02 (0.14)/ -0.73 (0.28)/ 0.77 (0.32)	-0.14 (0.18)/ -0.27 (0.17)/ -0.85 (0.34)/ 0.32 (0.34)
<b>Spatial Gray Level Dependence Matrices (SGLDMm) - Mean values</b>							
Angular second moment	0.11 (0.04)/ 0.03 (0.01)/ 0.01 (0.01)/ 0.31 (0.11)	0.07 (0.02)/ 0.02 (0.01)/ 0.01 (0.)/ 0.17 (0.05)	0.06 (0.03)/ 0.02 (0.01)/ 0.01 (0.)/ 0.16 (0.06)	0.05 (0.02)/ 0.02 (0.01)/ 0. (0.)/ 0.16 (0.05)	0.05 (0.02)/ 0.02 (0.01)/ 0. (0.)/ 0.15 (0.05)	0.05 (0.02)/ 0.01 (0.)/ 0. (0.)/ 0.14 (0.04)	0.05 (0.02)/ 0.02 (0.01)/ 0. (0.)/ 0.15 (0.04)
Contrast	123.97 (51.97)/ 148.47 (56.)/	105.42 (42.73)/ 132.01	144.95 (74.45)/ 225.36	129.87 (46.39)/ 221.06	98.42 (42.44)/ 164.31 (66.68)/	118.58 (48.83)/ 187.44	132.29 (56.58)/ 210.78

	125.01 (61.35)/ 89.66 (43.16)/	(48.24)/ 99.85 (52.97)/ 62.03 (31.44)/	(102.23)/ 119.55 (84.95)/ 75.02 (52.98)/	(73.14)/ 101.38 (40.)/ 54.11 (26.26)/	80.94 (40.27)/ 45.89 (25.03)	(72.7)/ 106.4 (51.17)/ 48.27 (24.75)	(89.22)/ 91.13 (46.29)/ 78.19 (41.14)
Correlation	0.98 (0.26)/ 0.97 (0.26)/ 0.97 (0.26)/ 0.98 (0.26)	0.98 (0.23)/ 0.98 (0.23)/ 0.98 (0.23)/ 0.99 (0.23)	0.98 (0.26)/ 0.97 (0.26)/ 0.98 (0.26)/ 0.99 (0.26)	0.98 (0.24)/ 0.97 (0.23)/ 0.98 (0.24)/ 0.99 (0.24)	0.98 (0.24)/ 0.97 (0.23)/ 0.98 (0.24)/ 0.98 (0.24)	0.98 (0.26)/ 0.97 (0.26)/ 0.98 (0.26)/ 0.98 (0.26)	0.98 (0.24)/ 0.97 (0.24)/ 0.98 (0.24)/ 0.98 (0.24)
Sum of squares: variance	2722.22 (1123.36)/ 2482.11 (944.68)/ 2046.18 (807.89)/ 2219.16 (1078.98)	3252.28 (1084.57)/ 3004.74 (937.88)/ 2309.99 (768.73)/ 3022.31 (1147.28)	3926.75 (1731.27)/ 3910.93 (1496.55)/ 2730.9 (1110.4)/ 3344.39 (1911.3)	3671.37 (1157.74)/ 3694.06 (1099.43)/ 2921.09 (829.3)/ 3494.11 (1263.12)	2663.46 (1154.64)/ 2717.58 (1036.81)/ 2427.32 (935.29)/ 1860.76 (1141.63)	3323.53 (1267.83)/ 3230.26 (1143.85)/ 2638.57 (961.75)/ 1914.69 (1062.63)/	3696.11 (1323.13)/ 3683.48 (1204.71)/ 2996.4 (964.08)/ 2637.57 (1257.72)/
Inverse difference moment	0.58 (0.16)/ 0.47 (0.13)/ 0.44 (0.12)/ 0.73 (0.2)	0.54 (0.13)/ 0.47 (0.11)/ 0.43 (0.11)/ 0.63 (0.15)/	0.54 (0.15)/ 0.47 (0.13)/ 0.43 (0.13)/ 0.63 (0.18)/	0.53 (0.13)/ 0.46 (0.11)/ 0.43 (0.11)/ 0.62 (0.16)	0.54 (0.14)/ 0.46 (0.12)/ 0.44 (0.12)/ 0.66 (0.17)/	0.54 (0.15)/ 0.47 (0.13)/ 0.46 (0.13)/ 0.64 (0.17)	0.52 (0.13)/ 0.44 (0.11)/ 0.43 (0.11)/ 0.64 (0.16)
Sum average	303.4 (85.52)/ 325.35 (91.64)/ 348.92 (98.5)/ 260.68 (74.93)	292.58 (72.74)/ 294.46 (73.76)/ 347.55 (85.63)/ 268.75 (68.04)	271.54 (87.45)/ 270.66 (87.79)/ 329.14 (105.55)/ 235.66 (79.82)	280.55 (76.77)/ 289.53 (78.88)/ 316.13 (86.61)/ 252.72 (71.68)	274.11 (83.07)/ 278.01 (84.)/ 313.02 (93.87)/ 242.69 (79.32)	270.41 (79.1)/ 277.12 (81.62)/ 332.4 (96.83)/ 214.93 (66.6)	284.42 (77.36)/ 299.2 (81.22)/ 330.34 (90.03)/ 237.64 (67.8)
Sum variance	10764.91 (4443.17)/ 9779.96 (3727.31)/ 8059.72 (3176.91)/ 8786.97 (4276.02)	12903.68 (4297.23)/ 11886.95 (3705.64)/ 9140.11 (3030.28)/ 12027.22 (4560.47)	15562.06 (6853.28)/ 15418.35 (5891.6)/ 10804.07 (4369.24)/ 13302.54 (7596.11)	14555.6 (4587.06)/ 14555.18 (4330.42)/ 11582.97 (3285.74)/ 13922.34 (5029.34)	10555.41 (4577.8)/ 10706. (4085.08)/ 9628.33 (3706.05)/ 7397.13 (4542.71)/	13175.54 (5024.73)/ 12733.6 (4508.02)/ 10447.86 (3803.61)/ 7610.47 (4227.21)	14652.17 (5240.21)/ 14523.16 (4741.42)/ 11894.47 (3818.25)/ 10472.09 (4996.)
Sum entropy	4.39 (1.22)/ 5.06 (1.36)/ 5.13 (1.38)/ 3.03 (0.91)	4.79 (1.16)/ 5.38 (1.28)/ 5.32 (1.27)/ 3.85 (0.93)	5.01 (1.4)/ 5.53 (1.51)/ 5.55 (1.51)/ 3.97 (1.14)	5.1 (1.26)/ 5.56 (1.35)/ 5.73 (1.39)/ 4.03 (1.02)	4.99 (1.27)/ 5.47 (1.37)/ 5.57 (1.4)/ 3.84 (1.)	5.08 (1.38)/ 5.52 (1.49)/ 5.51 (1.49)/ 3.96 (1.09)	5.09 (1.27)/ 5.53 (1.36)/ 5.64 (1.39)/ 3.97 (1.)
Entropy	5.75 (1.59)/ 6.71 (1.8)/ 6.78 (1.82)/ 3.74 (1.13)	6.32 (1.52)/ 7.12 (1.69)/ 7.12 (1.7)/ 4.94 (1.2)	6.67 (1.86)/ 7.41 (2.02)/ 7.44 (2.04)/ 5.13 (1.48)	6.8 (1.67)/ 7.46 (1.82)/ 7.69 (1.87)/ 5.22 (1.32)	6.63 (1.7)/ 7.39 (1.88)/ 7.44 (1.9)/ 4.93 (1.29)	6.65 (1.82)/ 7.28 (1.98)/ 7.25 (1.98)/ 5.02 (1.4)	6.76 (1.68)/ 7.47 (1.84)/ 7.49 (1.86)/ 5.12 (1.3)
Difference variance	106.55 (45.57)/ 118.53 (45.56)/ 95.01 (47.34)/ 82.89 (40.69)	89.82 (37.47)/ 107.85 (40.31)/ 74.96 (42.03)/ 54.78 (28.93)	123.98 (65.95)/ 184.77 (85.56)/ 92.41 (68.82)/ 66.39 (49.56)	109.7 (39.76)/ 184.97 (61.01)/ 76.39 (30.64)/ 45.99 (23.77)	81.41 (36.64)/ 131.74 (55.31)/ 59.36 (32.02)/ 39.7 (22.89)	101.02 (42.72)/ 155.78 (61.73)/ 83.11 (41.)/ 41.76 (22.38)	112.95 (49.22)/ 172.45 (73.36)/ 69.69 (35.97)/ 69.85 (37.48)
Difference entropy	2.09 (0.56)/ 2.46 (0.66)/ 2.48 (0.67)/ 1.46 (0.42)	2.15 (0.51)/ 2.38 (0.57)/ 2.46 (0.59)/ 1.79 (0.43)	2.22 (0.62)/ 2.51 (0.7)/ 2.45 (0.7)/ 1.81 (0.52)	2.25 (0.56)/ 2.51 (0.62)/ 2.5 (0.62)/ 1.83 (0.46)	2.18 (0.56)/ 2.5 (0.64)/ 2.41 (0.63)/ 1.68 (0.44)	2.18 (0.59)/ 2.46 (0.67)/ 2.4 (0.67)/ 1.74 (0.48)	2.23 (0.56)/ 2.56 (0.65)/ 2.41 (0.62)/ 1.77 (0.46)
Information measures	2.09 (0.56)/ 2.46 (0.66)/ 2.48 (0.67)/ 1.46 (0.42)	2.15 (0.51)/ 2.38 (0.57)/ 2.46 (0.59)/ 1.79 (0.43)	2.22 (0.62)/ 2.51 (0.7)/ 2.45 (0.7)/ 1.81 (0.52)	2.25 (0.56)/ 2.51 (0.62)/ 2.5 (0.62)/ 1.83 (0.46)	2.18 (0.56)/ 2.5 (0.64)/ 2.41 (0.63)/ 1.68 (0.44)	2.18 (0.59)/ 2.46 (0.67)/ 2.4 (0.67)/ 1.74 (0.48)	2.23 (0.56)/ 2.56 (0.65)/ 2.41 (0.62)/ 1.77 (0.46)
of correlation	-0.51 (0.14)/ -0.48 (0.13)/ -0.47 (0.13)/ -0.58 (0.15)	-0.51 (0.12)/ -0.5 (0.12)/ -0.47 (0.11)/	-0.5 (0.14)/ -0.49 (0.14)/ -0.48 (0.13)/	-0.5 (0.12)/ -0.49 (0.12)/ -0.48 (0.12)/	-0.5 (0.13)/ -0.47 (0.12)/ -0.48 (0.12)/ -0.55 (0.14)	-0.52 (0.14)/ -0.5 (0.13)/ -0.5 (0.13)/ -0.56 (0.15)	-0.5 (0.12)/ -0.47 (0.12)/ -0.49 (0.12)/ -0.54 (0.13)

		-0.54 (0.13)/	-0.54 (0.15)/	-0.54 (0.13)/				
<b>Spatial Gray Level Dependence Matrices (SGLDMr) - Range of values</b>								
Angular second moment	0.99 (0.26)/ 0.99 (0.26)/ 0.99 (0.26)/ 0.95 (0.25)	0.99 (0.23)/ 0.99 (0.23)/ 0.99 (0.23)/ 0.99 (0.23)	0.99 (0.27)/ 0.99 (0.27)/ 0.99 (0.27)/ 0.99 (0.26)	0.99 (0.24)/ 0.99 (0.24)/ 1. (0.24)/ 0.99 (0.24)	0.99 (0.24)/ 0.99 (0.24)/ 0.99 (0.24)/ 0.99 (0.24)	0.99 (0.26)/ 1. (0.26)/ 1. (0.26)/ 0.99 (0.26)	0.99 (0.24)/ 0.99 (0.24)/ 1. (0.24)/ 0.99 (0.24)	
Contrast	0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)	0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)	0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)	0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)	0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)	0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)	0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)	
Correlation	75.12 (28.97)/ 106.53 (41.32)/ 93.68 (47.24)/ 62.64 (30.53)	67.26 (25.53)/ 110.73 (40.73)/ 79.77 (40.71)/ 51.28 (23.69)	102.52 (43.78)/ 206.13 (87.41)/ 95.73 (64.83)/ 59.1 (36.81)	105.53 (33.16)/ 223.86 (69.44)/ 82.46 (31.14)/ 45.32 (20.02)		76.79 (30.04)/ 151.13 (61.26)/ 70.64 (33.95)/ 34.86 (18.13)	85.71 (32.05)/ 166.04 (63.39)/ 83.4 (40.08)/ 37.01 (18.09)	93.86 (37.17)/ 191.15 (74.48)/ 73.02 (35.88)/ 62.79 (31.67)
Sum of squares: variance	0.01 (0.)/ 0.02 (0.01)/ 0.02 (0.01)/ 0.01 (0.)	0.01 (0.)/ 0.02 (0.01)/ 0.02 (0.01)/ 0.01 (0.)	0.01 (0.)/ 0.03 (0.01)/ 0.02 (0.01)/ 0.01 (0.)	0.01 (0.)/ 0.03 (0.01)/ 0.01 (0.01)/ 0.01 (0.)	0.02 (0.)/ 0.03 (0.01)/ 0.01 (0.01)/ 0.01 (0.01)	0.01 (0.)/ 0.03 (0.01)/ 0.01 (0.01)/ 0.01 (0.)	0.01 (0.)/ 0.03 (0.01)/ 0.01 (0.01)/ 0.01 (0.01)	
Inverse difference moment	26.35 (16.43)/ 38.26 (21.74)/ 22.48 (12.38)/ 37.9 (26.96)	28.12 (12.78) 38.3 (18.3)/ 29.24 (12.7)/ 25.74 (15.09)	30.61 (20.54)/ 48.18 (31.75)/ 25.01 (19.53)/ 32.05 (29.32)	25.52 (11.37)/ 38.82 (16.81)/ 18.72 (8.88)/ 17.45 (14.58)	19.46 (13.69)/ 29.42 (20.65)/ 12.46 (9.19)/ 14.54 (12.55)	20.98 (13.05)/ 32.71 (19.23)/ 17.62 (11.91)/ 13.66 (8.01)/	25.87 (16.82)/ 44.83 (24.71)/ 17.41 (11.3)/ 13.35 (17.07)	
Sum average	0.14 (0.04)/ 0.17 (0.05)/ 0.17 (0.05)/ 0.11 (0.03)	0.15 (0.04)/ 0.2 (0.05)/ 0.19 (0.05)/ 0.13 (0.04)	0.17 (0.05)/ 0.2 (0.06)/ 0.21 (0.06)/ 0.17 (0.05)	0.17 (0.04)/ 0.18 (0.05)/ 0.2 (0.05)/ 0.17 (0.05)	0.19 (0.05)/ 0.18 (0.05)/ 0.23 (0.07)/ 0.18 (0.05)	0.17 (0.05)/ 0.17 (0.05)/ 0.2 (0.06)/ 0.16 (0.05)	0.18 (0.05)/ 0.18 (0.05)/ 0.23 (0.06)/ 0.16 (0.04)	
Sum variance	0.69 (0.36)/ 0.55 (0.23)/ 1.29 (0.64)/ 0.84 (0.5)	0.44 (0.21)/ 0.37 (0.16)/ 1.37 (0.52)/ 0.57 (0.32)	0.61 (0.43)/ 0.6 (0.35)/ 1.16 (0.79)/ 0.8 (0.62)	0.39 (0.2)/ 0.37 (0.17)/ 0.99 (0.4)/ 0.55 (0.33)	0.64 (0.38)/ 0.59 (0.33)/ 1.22 (0.79)/ 0.5 (0.32)	0.42 (0.22)/ 0.35 (0.18)/ 0.99 (0.58)/ 0.34 (0.15)	0.59 (0.44)/ 0.5 (0.33)/ 1. (0.67)/ 0.47 (0.44)	
Sum entropy	174.8 (89.54)/ 255.39 (119.43)/ 152.42 (79.13)/ 195.59 (124.1)	173.16 (71.71)/ 259.96 (103.14)/ 163.88 (77.08)/ 142.67 (74.96)	221.7 (120.04)/ 393.85 (196.05)/ 158.33 (120.21)/ 175.73 (137.34)	205.82 (76.19)/ 375.1 (129.97)/ 136.49 (55.39)/ 96.63 (68.25)		153.16 (82.06)/ 266.93 (138.13)/ 91. (47.44)/ 85.25 (59.08)	167.7 (81.71)/ 293.82 (134.1)/ 113.61 (61.93)/ 87.32 (45.36)	194.68 (98.75)/ 367.36 (164.81)/ 111.81 (63.06)/ 108.93 (85.62)
Entropy	0.07 (0.02)/ 0.09 (0.03)/ 0.08 (0.03)/ 0.06 (0.02)	0.07 (0.02)/ 0.1 (0.03)/ 0.07 (0.02)/ 0.05 (0.02)	0.07 (0.02)/ 0.1 (0.03)/ 0.07 (0.03)/ 0.06 (0.02)	0.07 (0.02)/ 0.08 (0.02)/ 0.07 (0.02)/ 0.06 (0.02)	0.07 (0.02)/ 0.08 (0.02)/ 0.08 (0.02)/ 0.06 (0.02)	0.08 (0.02)/ 0.09 (0.03)/ 0.08 (0.03)/ 0.07 (0.02)	0.06 (0.02)/ 0.07 (0.02)/ 0.07 (0.02)/ 0.05 (0.02)	
Difference variance	0.44 (0.13)/ 0.54 (0.15)/ 0.51 (0.15)/ 0.3 (0.1)	0.49 (0.13)/ 0.62 (0.16)/ 0.57 (0.15)/ 0.41 (0.11)	0.6 (0.18)/ 0.68 (0.2)/ 0.66 (0.2)/ 0.5 (0.16)	0.61 (0.16)/ 0.64 (0.16)/ 0.67 (0.17)/ 0.5 (0.14)	0.67 (0.19)/ 0.67 (0.18)/ 0.77 (0.22)/ 0.56 (0.17)	0.58 (0.17)/ 0.59 (0.17)/ 0.64 (0.19)/ 0.49 (0.15)	0.6 (0.16)/ 0.63 (0.17)/ 0.69 (0.19)/ 0.45 (0.13)	
Difference entropy	59.69 (23.46)/ 80.9 (32.47)/ 61.45	53.75 (20.89)/ 87.76 (33.22)/ 51.05 (27.35)/ 44.53 (21.32)	80.66 (35.37)/ 161.27 (69.62)/ 65.45 (45.93)/ 50.84 (33.63)	83.86 (26.36)/ 182.29 (56.28)/ 55.16 (20.88)/ 37.6 (17.72)		57.61 (23.32)/ 115.03 (48.46)/ 44.44 (23.59)/ 28.56 (16.17)	67.98 (25.68)/ 133.63 (51.95)/ 58.03 (28.52)/ 31. (15.89)	73.88 (29.84)/ 150.09 (58.16)/ 49.55 (24.59)/ 55.49 (28.1)



	(30.6)/ 56.15 (28.19)						
Information measures	0.52 (0.15)/ 0.56 (0.16)/ 0.58 (0.17)/ 0.44 (0.14)	0.54 (0.14)/ 0.61 (0.15)/ 0.63 (0.16)/ 0.54 (0.14)	0.64 (0.18)/ 0.68 (0.2)/ 0.65 (0.19)/ 0.66 (0.19)	0.65 (0.17)/ 0.67 (0.17)/ 0.64 (0.17)/ 0.65 (0.17)	0.7 (0.19)/ 0.68 (0.19)/ 0.74 (0.21)/ 0.69 (0.2)	0.61 (0.18)/ 0.6 (0.18)/ 0.63 (0.19)/ 0.62 (0.18)	0.65 (0.17)/ 0.66 (0.18)/ 0.67 (0.18)/ 0.59 (0.17)
of correlation	0.11 (0.03)/ 0.12 (0.03)/ 0.11 (0.03)/ 0.11 (0.03)	0.11 (0.03)/ 0.13 (0.03)/ 0.12 (0.03)/ 0.12 (0.03)	0.13 (0.04)/ 0.14 (0.04)/ 0.14 (0.04)/ 0.14 (0.04)	0.13 (0.03)/ 0.13 (0.03)/ 0.13 (0.03)/ 0.14 (0.04)	0.15 (0.04)/ 0.13 (0.04)/ 0.16 (0.04)/ 0.17 (0.05)	0.13 (0.04)/ 0.12 (0.03)/ 0.13 (0.04)/ 0.14 (0.04)	0.13 (0.04)/ 0.12 (0.03)/ 0.14 (0.04)/ 0.13 (0.04)
<b>Gray Level Difference Statistics (GLDS)</b>							
Contrast	0.01 (0.)/ 0.01 (0.)/ 0.01 (0.)/ 0.02 (0.01)	0.01 (0.)/ 0.01 (0.)/ 0.01 (0.)/ 0.01 (0.)	0.01 (0.)/ 0.01 (0.)/ 0.01 (0.)/ 0.01 (0.)	0.01 (0.)/ 0.01 (0.)/ 0.01 (0.)/ 0.01 (0.)	0.01 (0.)/ 0.01 (0.)/ 0.01 (0.)/ 0.01 (0.)	0.01 (0.)/ 0. (0.)/ 0.01 (0.)/ 0.01 (0.)	0.01 (0.)/ 0.01 (0.)/ 0.01 (0.)/ 0.01 (0.)
Angular second moment (Energy)	123.8 (51.87)/ 148.18 (55.86)/ 124.67 (61.13)/ 89.51 (43.08)	105.31 (42.66)/ 131.79 (48.14)/ 99.61 (52.78)/ 61.95 (31.37)	144.79 (74.31)/ 224.87 (101.92)/ 119.26 (84.64)/ 74.9 (52.89)	129.75 (46.32)/ 220.66 (72.97)/ 101.24 (39.91)/ 54.02 (26.21)	98.31 (42.37)/ 163.96 (66.48)/ 80.74 (40.14)/ 45.83 (24.99)	118.48 (48.77)/ 187.16 (72.56)/ 106.16 (51.)/ 48.22 (24.72)	132.16 (56.47)/ 210.31 (88.89)/ 90.96 (46.12)/ 78.08 (41.05)
Entropy	0.29 (0.08)/ 0.19 (0.05)/ 0.16 (0.05)/ 0.48 (0.14)	0.25 (0.06)/ 0.19 (0.05)/ 0.16 (0.04)/ 0.33 (0.09)	0.25 (0.08)/ 0.19 (0.06)/ 0.16 (0.05)/ 0.34 (0.11)	0.23 (0.06)/ 0.18 (0.05)/ 0.15 (0.04)/ 0.33 (0.09)	0.25 (0.07)/ 0.18 (0.05)/ 0.17 (0.05)/ 0.37 (0.1)	0.25 (0.07)/ 0.19 (0.05)/ 0.17 (0.05)/ 0.35 (0.1)	0.23 (0.06)/ 0.16 (0.04)/ 0.16 (0.04)/ 0.34 (0.09)
Mean	2.1 (0.57)/ 2.47 (0.66)/ 2.5 (0.68)/ 1.47 (0.42)	2.16 (0.52)/ 2.41 (0.58)/ 2.48 (0.59)/ 1.8 (0.43)	2.23 (0.62)/ 2.53 (0.71)/ 2.47 (0.7)/ 1.82 (0.52)	2.27 (0.56)/ 2.53 (0.63)/ 2.52 (0.63)/ 1.85 (0.46)	2.2 (0.56)/ 2.53 (0.64)/ 2.44 (0.63)/ 1.7 (0.45)	2.2 (0.6)/ 2.48 (0.68)/ 2.42 (0.67)/ 1.76 (0.49)	2.25 (0.57)/ 2.58 (0.66)/ 2.43 (0.63)/ 1.79 (0.46)
<b>Neighborhood Gray Tone Difference Matrix (NGTDM)</b>							
Coarseness	3.98 (1.2)/ 5.24 (1.56)/ 5.05 (1.65)/ 2.4 (0.76)	3.8 (1.03)/ 4.71 (1.28)/ 4.68 (1.37)/ 2.57 (0.71)	4.38 (1.45)/ 6.05 (2.03)/ 4.82 (1.85)/ 2.77 (0.95)	4.32 (1.2)/ 5.74 (1.62)/ 4.8 (1.4)/ 2.71 (0.77)	3.95 (1.16)/ 5.47 (1.62)/ 4.38 (1.37)/ 2.33 (0.73)	4.03 (1.21)/ 5.39 (1.63)/ 4.56 (1.48)/ 2.43 (0.76)	4.2 (1.25)/ 5.85 (1.8)/ 4.35 (1.4)/ 2.7 (0.87)
Contrast	12.82 (4.72)/ 17.2 (5.18)/ 24.55 (9.4)/ 9.32 (3.81)	14.2 (4.29)/ 26.01 (6.12)/ 33.37 (10.54)/ 10.03 (3.34)	16.26 (6.66)/ 18.68 (6.59)/ 41.41 (15.93)/ 12.57 (5.86)	17.35 (5.61)/ 18.53 (5.61)/ 51.44 (15.18)/ 14.32 (5.23)	17.92 (6.19)/ 19.99 (6.38)/ 42.56 (14.1)/ 13.22 (5.41)	18.06 (5.87)/ 19.06 (6.09)/ 40.25 (14.32)/ 14.48 (4.91)	16.9 (5.42)/ 19.71 (6.)/ 50.47 (14.86)/ 10.93 (3.95)/
Busyness	0.45 (0.21)/ 0.56 (0.22)/ 0.48 (0.24)/ 0.61 (0.31)	0.45 (0.19)/ 0.53 (0.19)/ 0.49 (0.24)/ 0.53 (0.29)	0.51 (0.31)/ 0.69 (0.34)/ 0.49 (0.36)/ 0.61 (0.54)	0.41 (0.16)/ 0.55 (0.19)/ 0.36 (0.12)/ 0.47 (0.26)	0.34 (0.16)/ 0.47 (0.19)/ 0.35 (0.16)/ 0.37 (0.25)	0.39 (0.17)/ 0.51 (0.19)/ 0.38 (0.18)/ 0.3 (0.21)	0.41 (0.19)/ 0.59 (0.26)/ 0.34 (0.15)/ 0.54 (0.34)
Complexity	0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)	0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)	0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)	0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)	0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)	0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)	0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)
Strength	50072.28 (18897.03)/ 54784.71 (19908.37)/ 53117.19 (21601.73)/ 20303.99 (9240.76)	45638.96 (16081.99)/ 50334.15 (18016.36)/ 43634.11 (17243.68)/ 18381.55 (7588.74)	74014.4 (28383.72)/ 93046.74 (36147.82)/ 65981.93 (27565.3)/ 27241.91 (12679.)	71381.22 (22264.32)/ 92351.05 (28061.78)/ 66264.01 (22105.3)/ 26391.13 (9509.38)	60420.75 (21701.49)/ 75253.25 (26743.63)/ 61558.01 (23070.8)/ 18941.23 (9280.93)	66303.39 (22952.84)/ 81411.67 (28210.33)/ 68833.15 (25067.38)/ 23954.65 (9781.88)	73817.86 (25788.02)/ 90030.64 (31439.95)/ 68785.93 (25563.58)/ 26899.7 (12228.3)
<b>Statistical Feature Matrix (SFM)</b>							

Coarseness	800952.95 (271929.19)/ 562444.49 (196871.04)/ 655457.66 (246447.22)/ 733426.09 (281938.99)	1065080.66 (322206.24) / 794881.51 (251902.17) / 705340.55 (246511.92) / 1006423.93 (304182.26)	1325879.69 (445258.79) / 915224.83 (331340.36) / 1069866.38 (405553.99) / 1141627.54 (461623.85)	1406164.18 (381360.44) / 1036753. (289248.14) / 1251724.75 (357932.45) / 1312121.26 (402926.2)	1098715.63 (362457.88)/ 782067.63 (262690.42)/ 1016284.03 (363073.46)/ 658010.2 (303442.41)	1292319.06 (436361.8)/ 944977.1 (333203.8)/ 1126394.93 (399315.16) / 974476.62 (372191.34)	1459453.96 (413829.34)/ 1013999.83 (300865.06)/ 1569965.24 (448188.75)/ 922952.98 (350790.38)
Contrast	12.16 (3.54)/ 9.25 (2.67)/ 10.34 (3.27)/ 19.94 (5.82)	11.57 (3.07)/ 9.28 (2.4)/ 9.94 (2.83)/ 17.32 (4.87)	10.44 (3.62)/ 7.45 (2.65)/ 10.14 (3.72)/ 17.14 (6.4)	10.3 (2.99)/ 7.7 (2.24)/ 9.52 (2.84)/ 16.99 (5.42)	12.03 (3.63)/ 8.53 (2.61)/ 11.36 (3.6)/ 21.51 (6.99)	11.66 (3.53)/ 8.67 (2.65)/ 10.71 (3.46)/ 19.78 (6.07)	11.32 (3.21)/ 7.97 (2.29)/ 11.53 (3.38)/ 18.51 (5.55)
Periodicity	15.13 (4.74)/ 16.73 (5.09)/ 14.93 (4.98)/ 12.23 (4.16)	14.05 (4.03)/ 15.72 (4.43)/ 13.34 (4.2)/ 10.56 (3.28)	16.47 (5.9)/ 20.73 (7.07)/ 14.41 (5.95)/ 11.37 (4.83)	15.86 (4.46)/ 20.68 (5.69)/ 13.96 (4.1)/ 10.03 (3.19)	13.74 (4.31)/ 17.8 (5.51)/ 12.17 (4.09)/ 9.13 (3.22)	14.95 (4.71)/ 18.85 (5.85)/ 13.98 (4.68)/ 9.37 (3.21)	15.86 (4.81)/ 19.97 (6.06)/ 12.99 (4.24)/ 11.92 (4.01)
Roughness	0.65 (0.18)/ 0.66 (0.18)/ 0.66 (0.18)/ 0.7 (0.19)	0.69 (0.16)/ 0.69 (0.17)/ 0.69 (0.16)/ 0.73 (0.17)	0.71 (0.19)/ 0.73 (0.2)/ 0.69 (0.19)/ 0.74 (0.2)	0.71 (0.17)/ 0.74 (0.18)/ 0.69 (0.17)/ 0.74 (0.18)	0.71 (0.18)/ 0.72 (0.18)/ 0.71 (0.18)/ 0.74 (0.19)	0.68 (0.19)/ 0.7 (0.19)/ 0.68 (0.19)/ 0.71 (0.2)	0.7 (0.17)/ 0.72 (0.18)/ 0.69 (0.17)/ 0.7 (0.17)
<b>Laws Texture Energy Measures (TEM)</b>							
LL - texture energy from LL kernel	2.24 (0.59)/ 2.25 (0.6)/ 2.25 (0.6)/ 2.18 (0.58)	2.17 (0.51)/ 2.17 (0.51)/ 2.19 (0.52)/ 2.17 (0.52)	2.18 (0.59)/ 2.17 (0.58)/ 2.21 (0.6)/ 2.18 (0.59)	2.18 (0.53)/ 2.17 (0.52)/ 2.2 (0.53)/ 2.18 (0.53)	2.22 (0.55)/ 2.22 (0.54)/ 2.24 (0.55)/ 2.22 (0.55)	2.22 (0.59)/ 2.22 (0.59)/ 2.23 (0.59)/ 2.22 (0.59)	2.23 (0.55)/ 2.21 (0.55)/ 2.25 (0.56)/ 2.24 (0.56)
EE - texture energy from EE kernel	189183.07 (58507.65)/ 180490.14 (54305.33)/ 168042.85 (51235.08)/ 162068.54 (54529.62)	214255.44 (57306.49)/ 203341.23 (53355.42)/ 177839.53 (48280.7)/ 205052.72 (58761.84)	237657.16 (78381.57)/ 233073.23 (72860.15)/ 200070.28 (63689.73)/ 214449.48 (82756.45)	232562. (62317.51)/ 229163.42 (60304.1)/ 208220.14 (53824.97)/ 227333.67 (65969.49)	197197.27 (62267.78)/ 196220.58 (58503.43)/ 192742.08 (59430.9)/ 157206.01 (61568.36)	220356.85 (67927.3)/ 214683.3 (64329.74)/ 197897.54 (60821.64)/ 158259.06 (58412.49)	234005.95 (65796.44)/ 229485.15 (62619.22)/ 214938.74 (58842.58)/ 194983.31 (62744.45)
SS - texture energy from SS kernel	1150.03 (354.27)/ 1235.18 (370.28)/ 1016.75 (327.39)/ 1085.16 (377.49)	1016.69 (294.21)/ 1040.25 (301.02)/ 844.04 (261.05)/ 986.58 (310.75)	1161.08 (436.85)/ 1405.3 (505.75)/ 910.99 (360.46)/ 999.56 (458.99)	1129.58 (324.74)/ 1390.22 (398.34)/ 999.01 (284.87)/ 832.95 (285.99)	943.15 (312.57)/ 1168.55 (380.79)/ 743.71 (238.77)/ 776.88 (301.23)	1058.97 (345.26)/ 1293.88 (419.93)/ 915.92 (300.99)/ 801.12 (293.61)	1159.38 (349.19)/ 1414.75 (420.68)/ 891.05 (283.62)/ 997.17 (346.65)
LE - average texture energy from LE and EL kernels	206.09 (62.95)/ 213.06 (64.92)/ 166.84 (53.21) 200.12 (68.56)	180.21 (52.08)/ 179.69 (52.27)/ 139.35 (43.68)/ 177. (55.95)/	202.95 (78.49)/ 239.88 (89.39)/ 148.96 (61.33)/ 179.86 (84.17)	195.36 (57.12)/ 235.66 (68.94)/ 166.63 (47.78)/ 147.43 (51.64)	167.79 (56.85)/ 200.74 (67.74)/ 126.04 (40.65)/ 143.78 (55.68)/	188.05 (61.98)/ 223.13 (74.54)/ 153.48 (50.05)/ 149.22 (54.04)	205.16 (62.83)/ 248.85 (75.35)/ 145.55 (47.99)/ 180.96 (63.61)
ES - average texture energy from ES and SE kernels	8672.65 (2746.44)/ 9347.72 (2835.02)/ 9355.61 (3158.79)/ 6724.02 (2286.6)	8550.97 (2408.65)/ 9007.49 (2484.38)/ 8634.5 (2657.87)/ 6590.89 (1986.64)	9709.07 (3455.67)/ 11578.29 (4009.36)/ 9454.1 (3671.44)/ 6756.29 (2816.57)	9505.9 (2645.84)/ 11384.29 (3177.91)/ 9237.98 (2585.44)/ 6377.96 (1946.41)	7983.74 (2543.43)/ 9724.29 (3000.86)/ 7796.37 (2603.47)/ 5241.72 (1908.54)	8681.06 (2776.37)/ 10138.58 (3237.)/ 9038.99 (3019.46)/ 5532.33 (1914.54)	9243.83 (2725.97)/ 11144.97 (3286.98)/ 8261.66 (2605.38)/ 6530.29 (2159.91)

LS average texture energy from LS and SL kernels	451.96 (138.65)/ 473.47 (142.41)/ 390.31 (125.82)/ 429.14 (147.89)	392.74 (114.06)/ 392.31 (113.35)/ 321.92 (102.25)/ 380.66 (120.8)	443.08 (170.53)/ 522.55 (191.18)/ 343.17 (144.16)/ 387.68 (180.68)	424.79 (123.66)/ 513.33 (148.19)/ 368.94 (106.63)/ 317.96 (111.01)		408.83 (133.73)/ 489.79 (159.79)/ 346.95 (114.59)/ 316.88 (115.18)	446.53 (136.55)/ 534.99 (161.44)/ 333.15 (109.11)/ 393.09 (137.15)
<b>Fractal Dimension Texture Analysis (FDTA)</b>							
H1	2266.83 (706.46) 2460.1 (735.71) 2437.38 (831.05) 1643.89 (554.72)	2012.79 (583.74)/ 2031.79 (583.26)/ 2107.8 (689.98)/ 1518.74 (467.39)	2378.4 (862.5)/ 2769.92 (960.75)/ 2309.84 (997.57)/ 1598.27 (688.83)	2262.31 (642.61)/ 2804.48 (787.98)/ 2064.78 (611.7)/ 1359.48 (439.93)		2164.28 (688.8)/ 2610.23 (816.33)/ 2127. (740.56)/ 1313.05 (453.5)	2295.11 (689.26)/ 2784.95 (839.53)/ 1898.33 (635.34)/ 1607.16 (542.93)
H2	0.48 (0.13)/ 0.47 (0.13)/ 0.46 (0.13)/ 0.51 (0.14)	0.52 (0.12)/ 0.52 (0.12)/ 0.5 (0.12)/ 0.52 (0.12)	0.51 (0.14)/ 0.53 (0.15)/ 0.49 (0.14)/ 0.5 (0.14)	0.51 (0.13)/ 0.52 (0.13)/ 0.5 (0.12)/ 0.5 (0.12)	0.48 (0.12)/ 0.49 (0.13)/ 0.47 (0.12)/ 0.48 (0.13)	0.49 (0.14)/ 0.49 (0.14)/ 0.48 (0.13)/ 0.49 (0.14)	0.47 (0.12)/ 0.49 (0.13)/ 0.45 (0.12)/ 0.46 (0.12)
H3	0.47 (0.13)/ 0.45 (0.12)/ 0.46 (0.12)/ 0.5 (0.14)	0.51 (0.12)/ 0.52 (0.12)/ 0.49 (0.12)/ 0.52 (0.13)	0.51 (0.14)/ 0.5 (0.14)/ 0.5 (0.14)/ 0.52 (0.15)	0.52 (0.13)/ 0.51 (0.12)/ 0.52 (0.13)/ 0.54 (0.13)	0.49 (0.12)/ 0.49 (0.12)/ 0.48 (0.12)/ 0.5 (0.13)	0.5 (0.14)/ 0.49 (0.14)/ 0.49 (0.14)/ 0.5 (0.14)	0.51 (0.13)/ 0.5 (0.13)/ 0.5 (0.12)/ 0.51 (0.13)
H4	0.46 (0.12)/ 0.44 (0.12)/ 0.44 (0.12)/ 0.51 (0.14)	0.49 (0.12)/ 0.49 (0.12)/ 0.45 (0.11)/ 0.52 (0.13)	0.49 (0.14)/ 0.48 (0.13)/ 0.48 (0.13)/ 0.53 (0.15)	0.51 (0.12)/ 0.48 (0.12)/ 0.5 (0.12)/ 0.55 (0.13)	0.49 (0.12)/ 0.47 (0.12)/ 0.49 (0.12)/ 0.53 (0.14)	0.5 (0.14)/ 0.49 (0.13)/ 0.49 (0.13)/ 0.51 (0.14)	0.5 (0.12)/ 0.48 (0.12)/ 0.51 (0.13)/ 0.53 (0.13)
<b>Fourier Power Spectrum (FPS)</b>							
Radial sum	0.41 (0.11)/ 0.39 (0.11)/ 0.34 (0.1)/ 0.5 (0.13)	0.44 (0.11)/ 0.43 (0.1)/ 0.37 (0.1)/ 0.5 (0.12)	0.44 (0.13)/ 0.42 (0.12)/ 0.39 (0.12)/ 0.52 (0.15)	0.46 (0.11)/ 0.43 (0.11)/ 0.42 (0.11)/ 0.54 (0.13)	0.45 (0.12)/ 0.41 (0.11)/ 0.42 (0.12)/ 0.53 (0.14)	0.45 (0.12)/ 0.44 (0.12)/ 0.42 (0.12)/ 0.47 (0.13)	0.46 (0.11)/ 0.41 (0.11)/ 0.47 (0.12)/ 0.53 (0.13)
Angular sum	33660.96 (11480.43)/ 23365.09 (7389.47)/ 16678.83 (6777.12)/ 14306.33 (5085.23)	27016.71 (8619.75)/ 20288.33 (5833.33)/ 13476.31 (5268.86)/ 14208.81 (4460.36)	29323.91 (11552.58)/ 20965.86 (7404.06)/ 15004.62 (7079.4)/ 16118.1 (6479.74)	31548.44 (9733.57)/ 24970.36 (6884.56)/ 13773.38 (5452.67)/ 19316.89 (5669.14)	34668.9 (12074.93)/ 23980.14 (7441.06)/ 18308.52 (7661.03)/ 17961.12 (6144.83)	36836.87 (11808.31)/ 25833.11 (7576.51)/ 19908.67 (7657.85)/ 17433.36 (5576.13)	34155.87 (10947.53)/ 24796.95 (7142.26)/ 17901.45 (6764.21)/ 19838.45 (5935.06)
<b>Shape Parameters (SP)</b>							
X-coord. max. length	11141.73 (3420.73)/ 7089.2 (2109.73)/ 5464.54 (1771.77)/ 5098.26 (1647.95)	12097.58 (3272.37)/ 9106.5 (2291.84)/ 6458.23 (1847.14)/ 6902.73 (1885.65)	13852.84 (4574.23)/ 8876.81 (2869.97)/ 7575.38 (2559.99)/ 6521.69 (2409.15)	14334.2 (3912.79)/ 9142.39 (2519.95)/ 8688.25 (2355.88)/ 6838.36 (2019.41)		12807.71 (3936.04) 8001.2 (2447.01)/ 7402.42 (2343.2)/ 5283.22 (1875.13)	14728.99 (4019.53)/ 9314.98 (2518.96)/ 8505.03 (2347.73)/ 6185.22 (1904.73)
Y-coord. max. length	367. (103.13)/ 340. (95.54)/ 340. (95.54)/ 340. (95.54)/	367. (91.37)/ 340. (84.64)/ 340. (84.64)/ 340. (84.64)/	367. (116.09)/ 340. (107.55)/ 340. (107.55)/ 340. (107.55)/	367. (98.59)/ 340. (91.34)/ 340. (91.34)/ 340. (91.34)		367. (109.95)/ 340. (101.86)/ 340. (101.86)/ 340. (101.86)	367. (99.76)/ 340. (92.42)/ 340. (92.42)/ 340. (92.42)
Area	340. (95.54)/ 122. (34.28)/ 124. (34.84)/ 96. (26.98)	340. (84.64)/ 122. (30.37)/	340. (107.55)/ 122. (38.59)/	340. (91.34)/ 122. (32.77)/	340. (111.17)/ 122. (39.89)/ 124. (40.54)/ 96. (31.39)	340. (101.86)/ 122. (36.55)/	340. (92.42)/ 122. (33.16)/ 124. (33.71)/ 96. (26.09)

		124. (30.87)/ 96. (23.9)	124. (39.22)/ 96. (30.37)	124. (33.31)/ 96. (25.79)		124. (37.15)/ 96. (28.76)	
Perimeter	95005.72 (29497.73)/ 31878.49 (9870.13)/ 28892.12 (9987.15)/ 26278.16 (7765.21)	98783.95 (26316.24)/ 34062.7 (8890.41)/ 26337.51 (8327.19)/ 30445.35 (7456.1)	109126.24 (34191.99)/ 35101.46 (11110.19)/ 34681.61 (12139.85)/ 31113.77 (9099.83)	112624.57 (29751.22)/ 36560.05 (9824.73)/ 36177.37 (10068.24)/ 31359.83 (7959.52)	112703.22 (32150.74)/ 36556.63 (10698.48)/ 36213.21 (11551.9)/ 31532.58 (8140.46)	116703.41 (32948.39)/ 38668.29 (10938.62)/ 37027.4 (11259.58)/ 32476.68 (8788.56)	115556.99 (30604.26)/ 36993.37 (10032.97)/ 37868.87 (10582.78)/ 32242.22 (8153.85)
(Perimeter) <sup>2</sup> / Area	3766.03 (1410.74)/ 1684.24 (559.81)/ 1494.95 (482.88)/ 1160.66 (368.61)	3899.94 (1156.27)/ 1620.86 (439.59)/ 1543.89 (436.58)/ 1218.01 (329.57)	3748.31 (1724.45)/ 1796.43 (723.04)/ 1607.62 (626.84)/ 1174.57 (424.08)	3370.82 (1216.25)/ 1600.45 (499.02)/ 1519. (467.28)/ 1166.04 (350.38)		2780.05 (1194.92)/ 1330.9 (473.37)/ 1584.94 (608.46)/ 909.91 (285.06)	3207.43 (1485.22)/ 1709.31 (653.02)/ 1500.79 (562.06)/ 979.19 (364.15)
<b>Run Length (RL)</b>							
SRE	301.54 (146.91)/ 148. (72.43)/ 151.32 (65.18)/ 68.06 (29.74)	212.78 (90.35)/ 94.94 (39.23)/ 129.26 (48.96)/ 54.31 (22.43)	191.01 (159.02)/ 120.17 (89.88)/ 104.17 (74.94)/ 52.89 (34.68)	128.47 (84.14)/ 82.65 (44.39)/ 74.33 (39.95)/ 48.29 (23.24)		98.21 (76.06)/ 56.27 (35.67)/ 105.89 (71.56)/ 26.58 (13.11)	145.43 (161.08)/ 112.82 (90.94)/ 85.4 (72.87)/ 35.7 (33.36)
LRE	0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)	0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)	0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)	0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)	0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)	0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)	0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)/ 0. (0.)
GLD	43202.87 (11485.18)/ 37048.46 (9889.07)/ 40225. (10741.65)/ 37995.49 (10076.89)	44340.94 (10430.23)/ 37945.48 (8925.1)/ 41732.38 (9859.95)/ 39362.14 (9232.27)	44498.18 (12237.43)/ 37853.95 (10527.98)/ 42896.04 (11653.39)/ 39370.6 (10694.6)	44425.03 (10862.75)/ 37783.72 (9291.82)/ 43389.46 (10533.7)/ 38356.78 (9326.67)	44725.94 (11129.04)/ 37883.15 (9583.67)/ 42285.19 (10491.11)/ 39362.46 (9731.33)	43769.34 (11844.86)/ 36596.28 (9975.26)/ 41406.66 (11243.18)/ 39859.34 (10816.1)	44945.47 (11095.69)/ 37951.42 (9401.56)/ 43215.58 (10584.84)/ 40209.99 (9893.01)
RLD	65741.17 (19025.96)/ 62849.37 (18151.13)/ 66439.64 (19285.63)/ 53734.24 (15781.23)	64655.72 (16200.74)/ 58832.44 (14895.27)/ 68464. (17097.71)/ 50757.07 (13031.12)	58643.75 (19577.49)/ 55017.16 (18393.19)/ 61564.4 (20561.12)/ 44994.73 (15796.76)	58534.92 (16462.64)/ 56184.29 (15781.62)/ 60063.83 (16785.06)/ 46698.52 (13655.53)	56118.71 (17839.67)/ 53174.37 (16936.49)/ 57928.97 (18319.7)/ 43625.17 (14622.28)	56198.54 (16934.37)/ 52580.78 (15931.19)/ 60536.2 (18241.69)/ 38379.64 (12041.62)	58599.66 (16499.13)/ 57248. (16154.29)/ 60454.22 (17011.02)/ 42487.17 (12425.99)
RP	60062.8 (17475.28)/ 22434.16 (6510.26)/ 24359.81 (7110.75)/ 15311.06 (4498.43)	58122.98 (14691.58)/ 20626.45 (5256.55)/ 25314.25 (6351.57)/ 14420.34 (3724.75)	52719.15 (17879.03)/ 19420.01 (6566.47)/ 22925.9 (7707.76)/ 12904.18 (4536.61)	52542.6 (14972.88)/ 19803.92 (5595.47)/ 21683.78 (6142.41)/ 13626.79 (3960.57)	50582.85 (16263.5)/ 18971.95 (6048.17)/ 21215.14 (6762.28)/ 12400.75 (4159.43)	49478.14 (15055.83)/ 18462.71 (5621.93)/ 22359.7 (6787.77)/ 10788.03 (3395.46)	52323.55 (14864.19)/ 20188.28 (5716.16)/ 22220.78 (6303.52)/ 12268.31 (3588.3)

### 4.3 Επιλογή των καλύτερων XY για τον διαχωρισμό των 21 συνδυασμών εκφράσεων

Στον Πίν 4.3 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά που είναι περισσότερο στατιστικά σημαντικά (p\_value) για τον κάθε συνδυασμό εκφράσεων και για τα τέσσερα μέρη που φαίνονται στον πίνακα 1.1. Επίσης παρουσιάζονται στον πίν 4.3 τα αποτελέσματα της συσχέτισης (r\_value) που υπάρχει ανάμεσα σε κάθε έκφραση για κάθε χαρακτηριστικό που επιλέχθηκε. Στον πίνακα ο αριθμός στην αρχή του χαρακτηριστικού υφής δηλώνει την ακριβή θέση του στον πίνακα 1.2 στην παρένθεση αναγράφονται οι τιμές του p\_value και του r\_value (p\_value /r\_value). Επίσης μέσα σε κάθε συνδυασμό εκφράσεων υπάρχουν 4 XY, ένα για κάθε μέρος (ολικό, πάνω, μέσω, κάτω) και αναγράφονται στον πίνακα κάθετα μεταξύ τους.

**Πίν. 4.3: Πίνακας XY με σημαντικές στατιστικές διαφορές και συσχέτιση καταλληλότερων χαρακτηριστικών.**

Εκφράσεις	Θυμός	Αηδία	Χαρά	Ουδετερότητα	Λύπη	Έκπληξη
Φόβος	5.Kurtosis (0/-0.86) 5.Kurtosis (0/-0.80) 56.Angular Sum (0/-0.90) 2.Median (0/0.808)	5.Kurtosis (0 /-0.95) 52.H2 (0/-0.92) 14.Entropy (0/-0.92) 33.Angular Second Moment (0/-0.97)	5.Kurtosis (0/-0.75) 4.Skewness (0 /0.65) 38.busynesses (0/-0.8) 47.SS (0/-0.9)	40.strength (0 /0.8) 6.Angular second moment (0/0.8) 19.Angular Second Moment (0/-0.91) 5.Kurtosis (0/0.843)	6.Angular second moment (0 /-0.74) 5.kurtosis (0/-0.896) 46.EE (0/0.73) 54.H4 (0/0.936)	26. sum Entropy (0/0.9) 21.Corellation (0.02/0.92) 62.SRE (0/0.76) 2. Median (0.01/0.882)
Θυμός	X	17.information measures of correlation (0/-090)	38.busynesses (0/-0.87) 17.information measures of correlation (0/-0.91)	40.strength (0/0.78) 63.LRE (0/82) 38.Busynesses (0/-0.873)	5.kurtosis (0.2/0.87) 5.kurtosis (0.04/0.90) 21.Corellation	51.H1 (0/0.9) 40.strength (0/0.88) 51.H1 (0/9.3)

		26.Sum Variance (0/0.87) 17.information measures of correlation (0/-0.91) 31.information measures of correlation (0/0.963)	51.H1 (0/0.896) 2.Median (0/0.849)	17.information measures of correlation (0/0.877)	(0/0.83) 18.information measures of correlation (0.04/0.864)	48.LE (0/0.853)
Αηδία	X	X	8.Corellation (0 /0.86) 24.Sum Average (0.04/0.92) 55.Radial Sum (0/0.91) 22.Sum Of Sguares (0.04/-0.924)	55. Radial Sum (0/0.81) 41.Coaseness (0.03/0.74) 19.Angular Second Moment (0.03/0.84) 33. Angular Second Moment (0.01/-0.92)	41.coaseness (0/0.89) 40.strength (0 /0.78) 41.Coaseness (0 /0.94) 14.Entropy (0.01/0.822)	4.Skewness (0.02/-0.83) 16.Diference entropy (0.03/0.87) 17.information measures of correlation (0.04/0.82) 13. sum entropy (0.049/-0.83)
Ουδετερότητα	X	X	25.Sum Variance (0.01/-0.70) 14.Entropy (0.02/-0.75) 13.Sum Entropy	X	13.sum entropy (0.05/0.78) 5.kurtosis (0/0.70) 45.LL (0.02/0.72) 18.informatio	19.Angular Second Moment (0.05/0.68) 5.kurtosis (0/0.66) 38.Busyness(0.12/0.84)

			(0 /0.86) 18. informatio n measures of correlation (0.02 /0.79)		n measures of correlation (0.04/0.76)	33. Angular Second Moment (0.06/- 0.83)
Χαρά	X	X	X	X	34.Entropy (0.016/0.89 ) 5.kurtosis (0/0.7) 14. Entropy (0.01/0.842 ) 34.Entropy (0.02/0.9)	53.H3 (0.04/0.91) 33.Angular Second Moment (0 /0.80) 21.Corellat ion (0.02/0.949 ) 36.Coarsen ess (0.008/0.83 )
Λύπη	X	X	X	X	X	5.kurtosis (0/0.696) 10.inverse Diference (0.01/- 0.61) 26.Sum Entropy (0.01/0.77) 36.Coarsen ess (0.02/0.85)

#### 4.4 Έλεγχος των τιμών για τις κατανομές των καταλληλότερων ΧΥ

Στον Πιν.4.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου που έγινε για το ποσά πρόσωπα από κάθε έκφραση βρίσκονται μέσα στο εύρος του μέσου ορού και της τυπικής απόκλισης για τα σημαντικότερα ΧΥ που εντοπίστηκαν. Στο Πιν.4.4 οι τιμές που φαίνονται κάτω από τα ΧΥ έχουν την εξής μορφή (Πρόσωπα εντός ορίων/συνολικά πρόσωπα έκφρασης, ο λόγος των δυο).

Πίν. 4.4: Έλεγχος διακύμανσης ΧΥ.

	Φόβος	Θυμός	Αηδία	Χαρά	Ουδετερότητα	Λύπη	Έκπληξη
Ολικό Πρόσωπο	5.Κύρτωση 40/53.75.47%	5.Κύρτωση 33/48.68.75%	5.Κύρτωση 64/71.90%	5. Κύρτωση 98/113.86.7%	13. Άθροισμα Εντροπίας 46/46.100%	5.Κύρτωση 80/93.86%	4.Ασυμμετρία 89/94.94.7%
	6.Γωνιακή δεύτερη στιγμή 53/53.100%	17.Μέτρα Πληροφόρησης της συσχέτισης 48/48.100%	8.Συσχέτιση 71/71.100%	8. Συσχέτιση 113/113.100%	19.Γωνιακή δεύτερη στιγμή 36/46.78.26%	6. Γωνιακή δεύτερη στιγμή 90/93.96.8%	5.Κύρτωση 80/94.85.1%
	26.Άθροισμα της εντροπίας 53/53.100%	38.Απασχολήσεις 48/48.100%	17. Μέτρα Πληροφόρησης της συσχέτισης 71/71.100%	25.Άθροισμα διακύμανσης 108/113.96%	25. Άθροισμα διακύμανσης 44/46.95.65%	13.Άθροισμα Εντροπίας 93/93.100%	19.Γωνιακή δεύτερη στιγμή 81/94.86.2%
	40.Δύναμη 53/53.100 %	40. Δύναμη 46/48.95.83%	41.Χονδρότητα 71/71.100%	34. Εντροπία 113/113.100%	40. Δύναμη 46/46.100%	34. Εντροπία 93/93.100%	26. Άθροισμα της εντροπίας 94/94.100%
		51.Γωνιακή δεύτερη στιγμή 48/48.100%	55. Ακτινικό άθροισμα 71/71.100%	38.Απασχολήσεις 113/113.100%	55. Ακτινικό άθροισμα 46/46.100%	41.Χονδρότητα 93/93.100%	51.H1 94/94.100%
			53. H3 113/113.100%			53.H3 94/94.100%	
Πάνω Περιοχή	5.Κύρτωση 46/53.86.79%	5.Κύρτωση 37/48.77%	26.Άθροισμα εντροπίας 71/71.100%	4.Ασυμμετρία 112/113.99%	6. Γωνιακή δεύτερη στιγμή 46/46.100%	5.Κύρτωση 84/93.90.3%	5.Κύρτωση 87/94.92.6%
	52.H2 53/53.100%	17. Μέτρα Πληροφόρησης της συσχέτισης 48/48.100%	24.Άθροισμα Μέσου Όρου 70/71.98.6%	5. Κύρτωση 100/113.89%	5. Κύρτωση 40/46.86.95%	10.Αντίστροφη Διαφορά 93/93.100%	10.Αντίστροφη Διαφορά 94/94.100%
	4.Ασυμμετρία 53/53.100%	26.Άθροισμα εντροπίας 48/48.100%	40. Δύναμη 71/71.100%	14. Εντροπία 113/113.100%	14. Εντροπία 46/46.100%	40. Δύναμη 92/93.100%	16.Διαφορά Εντροπίας 94/94.100%
	6.Γωνιακή δεύτερη στιγμή 51/53.96.87%	40. Δύναμη 47/48.97.91%	41.Χονδρότητα 71/71.100%	17. Μέτρα Πληροφόρησης της συσχέτισης 113/113.100%	41.Χονδρότητα 46/46.100%		21. Συσχέτιση 92/94.97.87%
	21.Συσχέτιση 53/53.100%						



		63.Κατανομή επίπεδου γκρι 48/48.100%	52.H2 71/71.100%	24. Άθροισμα Μέσου Όρου 109/113.97%	63. Κατανομή επίπεδου γκρι 46/46.100%		33. Γωνιακή δεύτερη στιγμή (ενέργειας) 94/94.100%
				33. Γωνιακή δεύτερη στιγμή (ενέργειας) 113/113.100%			40. Δύναμη 94/94.100%
Μέση Περιοχή	56.Γωνιακό άθροισμα 51/53.96.87%	17. Μέτρα Πληροφόρησης της συσχέτισης 48/48.100%	14.Εντροπία 71/71.100%	13. Άθροισμα Εντροπίας 113/113.100%	13. Άθροισμα Εντροπίας 46/46.100%	14. Εντροπία 93/93.100%	17. Μέτρα Πληροφόρησης της συσχέτισης 94/94.100%
	14.Εντροπία 53/53.100%	21. Συσχέτιση 48/48.100%	17. Μέτρα Πληροφόρησης της συσχέτισης 71/71.100%	14. Εντροπία 113/113.100%	19.Γωνιακή δεύτερη στιγμή 43/46.93.47%	21.Συσχέτιση 92/93.98.9%	21.Συσχέτιση 93/94.98.93%
	38.Απασχολήσεις 53/53.100%	51.H1 48/48.100%	19..Γωνιακή δεύτερη στιγμή 70/71.98.6%	21. Συσχέτιση 113/113.100%	38.Απασχολήσεις 46/46.100%	26.Άθροισμα της εντροπίας 92/93.98.9%	26. Άθροισμα της εντροπίας 94/94.100%
	19.Γωνιακή δεύτερη στιγμή 52/53.98.11%	56. Γωνιακό άθροισμα 48/48.100%	41.Χονδρότητα 69/71.97.2%	38.Απασχολήσεις 113/113.100%	45.ενέργειας υφή από LL πυρήνα 46/46.100%	41.Χονδρότητα 93/93.100%	38.Απασχολήσεις 94/94.100%
	46. ενέργειας υφή από ΕΕ πυρήνα 53/53.100%		55. Ακτινικό άθροισμα 70/71.98.6%	51.H1 113/113.100%		45.ενέργειας υφή από LL πυρήνα 93/93.100%	26. Άθροισμα της εντροπίας 94/94.100%
	62.Μακροπρόθεσμη έμφαση κίνησης 53/53.100%			55.Ακτινικό άθροισμα 106/113.94%		46.ενέργειας υφή από ΕΕ πυρήνα 92/93.98.9%	62.Μακροπρόθεσμη έμφαση κίνησης 88/94.93.6%
							51.H1 94/94.100%
Κάτω Περιοχή	2.Διάμεσος 53/53.100%	2. Διάμεσος 47/48.97.91%	14. Εντροπία 71/71.100%	2. Διάμεσος 113/113.100%	5. Κύρτωση 43/46.93.47%	14. Εντροπία 93/93.100%	2. Διάμεσος 87/94.92.55%
	33.Γωνιακή δεύτερη στιγμή (ενέργειας) 53/53.100%	17. Μέτρα Πληροφόρησης της συσχέτισης 48/48.100%	22.Άθροισμα τετραγώνων 67/71.94.4%	18. Μέτρα Πληροφόρησης της συσχέτισης 113/113.100%	17. Μέτρα Πληροφόρησης της συσχέτισης 46/46.100%	18. Μέτρα Πληροφόρησης της συσχέτισης 93/93.100%	13. Άθροισμα Εντροπίας 94/94.100%
	47.ενέργεια υφή από SS πυρήνα 53/53.100%	18.. Μέτρα Πληροφόρησης της συσχέτισης 48/48.100%	33. Γωνιακή δεύτερη στιγμή 71/71.100%	22.Άθροισμα τετραγώνων 101/113.89%	18. Μέτρα Πληροφόρησης της συσχέτισης 46/46.100%	34. Εντροπία 93/93.100%	33. Γωνιακή δεύτερη στιγμή (ενέργειας) 94/94.100%
	54.H4 53/53.100%		31.. Μέτρα Πληροφόρησης 48/48.100%	34. Εντροπία 113/113.100%		36.Χονδρότητα 93/93.100%	36. Χονδρότητα 93/94.98.93%

	31. Μέτρα Πληροφόρησης της συσχέτισης 31/48.64.58%	της συσχέτισης 43/71.60.6%	36.Χονδρότητα 113/113.100%	33. Γωνιακή δευτέρα στιγμή 46/46.100%	54.H4 93/93.100%	48. LE - ενέργειας υφή από LE πυρήνα 91/94.98.93%
	48. LE - μέση υφή ενέργειας από LE και EL πυρήνες 45/48.93.75%		47.SS - ενέργειας υφή από SS πυρήνα. 110/113.97%			

#### 4.5 Έλεγχος διαφορετικότητας των ΧΥ για κάθε συνδυασμό και κάθε περιοχή

Στον Πιν 4.5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου που έγινε κατά ποσό σε κάθε συνδυασμό εκφράσεων για κάθε χαρακτηριστικό που επιλέχθηκε για το ολικό περίγραμμα του προσώπου από τον πιν4.3 οι κατανομές των τιμών των προσώπων της μιας έκφρασης είναι διαφορετικές από τις κατανομές των προσώπων τις δευτέρας έκφρασης.

**Πίν. 4.5: Αποτελέσματα ελέγχου διαφορετικότητάς κατανομών των σημαντικότερων χαρακτηριστικών για το ολικό μέρος του προσώπου.**

Εκφράσεις	Θυμός	Αηδία	Χαρά	Ουδετερότητα	Λύπη	Έκπληξη
Φόβος	86.13%	58.87%	62.65%	65.66%	67.81%	15.64%
Θυμός	X	0%	29.81%	34.04%	74.47%	5.63%
Αηδία	X	X	0%	31.62%	20.73%	30.30%
Χαρά	X	X	X	49.7%	0%	0%
Ουδετερότητα	X	X	X	X	0%	99.28%
Λύπη	X	X	X	X	X	59.89%

Στον Πιν 4.6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου που έγινε κατά ποσό σε κάθε συνδυασμό εκφράσεων για κάθε χαρακτηριστικό που επιλέχθηκε για το ολικό περίγραμμα του προσώπου από τον πιν4.3 οι κατανομές των τιμών των προσώπων της μιας έκφρασης είναι διαφορετικές από τις κατανομές των προσώπων τις δευτέρας έκφρασης.

**Πίν. 4.6: Αποτελέσματα ελέγχου διαφορετικότητας κατανομών των σημαντικότερων χαρακτηριστικών για το πάνω μέρος του προσώπου.**

Εκφράσεις	Θυμός	Αηδία	Χαρά	Ουδετερότητα	Λύπη	Έκπληξη
Φόβος	85.98%	0%	65.66%	38.38%	67.80%	100%
Θυμός	X	16.80%	100%	0%	65.95%	35.91%
Αηδία	X	X	28.26%	25.64%	100%	0%
Χαρά	X	X	X	100%	51.94%	14.97%
Ουδετερότητα	X	X	X	X	57.55%	69.28%
Λύπη	X	X	X	X	X	0%

Στον Πιν4.7 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου που έγινε κατά ποσό σε κάθε συνδυασμό εκφράσεων για κάθε χαρακτηριστικό που επιλέχθηκε για το ολικό περίγραμμα του προσώπου από τον Πιν4.3 οι κατανομές των τιμών των προσώπων της μιας έκφρασης είναι διαφορετικές από τις κατανομές των προσώπων τις δεύτερης έκφρασης.

**Πίν. 4.7: Αποτελέσματα ελέγχου διαφορετικότητας κατανομών των σημαντικότερων χαρακτηριστικών για το μέσο μέρος του προσώπου.**

Εκφράσεις	Θυμός	Αηδία	Χαρά	Ουδετερότητα	Λύπη	Έκπληξη
Φόβος	49.50%	0%	31.92%	96.96%	23.97%	93.87%
Θυμός	X	0%	1.24%	51.06%	22.69%	5.63%
Αηδία	X	X	45.10%	97.43%	24.39%	0%
Χαρά	X	X	X	0%	0%	18.84%
Ουδετερότητα	X	X	X	X	17.26%	32.85%
Λύπη	X	X	X	X	X	19.25%

Στον Πιν 4.8 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου που έγινε κατά ποσό σε κάθε συνδυασμό εκφράσεων για κάθε χαρακτηριστικό που επιλέχθηκε για το ολικό περίγραμμα του προσώπου από τον πιν4.3 οι κατανομές των τιμών των προσώπων της μιας έκφρασης είναι διαφορετικές από τις κατανομές των προσώπων τις δεύτερης έκφρασης

**Πίν. 4.8: Αποτελέσματα ελέγχου διαφορετικότητας κατανομών των σημαντικότερων χαρακτηριστικών για το κάτω μέρος του προσώπου.**

Εκφράσεις	Θυμός	Αηδία	Χαρά	Ουδετερότητα	Λύπη	Έκπληξη
Φόβος	37.62%	33.06%	40.96%	58.58%	0%	30.61%
Θυμός	X	100%	31.05%	0%	0%	33.09%
Αηδία	X	X	35.86%	5.12%	1.23%	1.85%
Χαρά	X	X	X	0%	0.01%	50.72%
Ουδετερότητα	X	X	X	X	0%	2.94%
Λύπη	X	X	X	X	X	100%

Στον Πιν 4.9 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου που έγινε κατά ποσό σε κάθε συνδυασμό εκφράσεων για κάθε χαρακτηριστικό που επιλέχθηκε για ένα συνδυασμό των καλύτερων περιπτώσεων από τους πιν.4.4-8 .

**Πίν. 4.9: Συνοπτικός πίνακας παρουσίασης καλύτερων αποδόσεων**

Εκφράσεις	Θυμός	Αηδία	Χαρά	Ουδετερότητα	Λύπη	Έκπληξη
Φόβος	86.13% Ολική περιοχή	58.87% Ολική περιοχή	65.66% Πάνω περιοχή	96.96% Μέση περιοχή	67.81% Ολική περιοχή	100% Πάνω περιοχή
Θυμός	X	100% Κάτω περιοχή	100% Πάνω περιοχή	51.06% Μέση περιοχή	74.47% Ολική περιοχή	35.91% Πάνω περιοχή
Αηδία	X	X	45.10% Μέση περιοχή	97.43% Μέση περιοχή	100% Πάνω περιοχή	30.30% Ολική περιοχή
Χαρά	X	X	X	100% Πάνω περιοχή	51.94% Πάνω περιοχή	50.72% Κάτω περιοχή
Ουδετερότητα	X	X	X	X	57.55% Κάτω περιοχή	99.28% Πάνω περιοχή
Λύπη	X	X	X	X	X	100% Κάτω περιοχή

Από των Πιν.4.9 οπύ παρουσιάζονται οι καλύτερες αποδόσεις από τα XY τα οποία επιλεχθήκαν από τις διαφορετικές περιοχές του προσώπου μπορεί να εξαχθεί μια γενική απόδοση υπολογίζοντας των μέσω όρο της απόδοσης από όλους τους συνδυασμούς εκφράσεων. Ο μέσος όρος που υπολογίστηκε ήταν 74.72%.

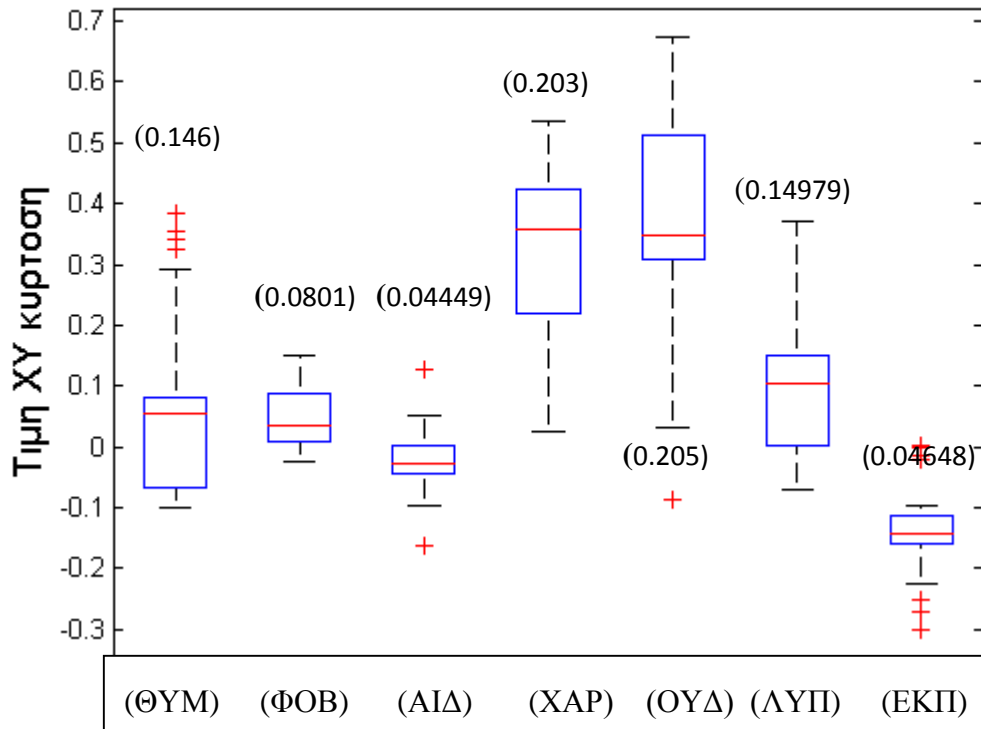
## 4.6 Οπτική παρατήρηση του IQR

Στην συνέχεια για την καλύτερη παρατήρηση της συμπεριφοράς των XY δημιουργήθηκαν box plots έτσι ώστε να παρατηρηθεί οπτικά η διακύμανση για το κάθε XY (IQR). Στο Διάγρ. 4.1 παρουσιάζετε το XY κύρτωση (kurtosis) με το οποίο μπορεί να γίνει διαχωρισμός έστω και ενός συνδυασμού εκφράσεων. Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται ο διαχωρισμός είναι ότι ελέγχοντας την τιμή που παίρνει ένα χαρακτηριστικό για την έκφραση του θυμού θα κυμαίνεται περίπου από -0,1 έως 0,1 ενώ για την έκφραση της χαράς θα κυμαίνεται από 0,2 μέχρι 0,4, για την έκφραση της ουδετερότητας από 0,3 έως 0,5 και για την έκφραση της έκπληξης από -0,15 έως -0,18. [41] Από το Wilcoxon test τα αποτελέσματα του P-value που έχουν εξαχθεί για το συγκεκριμένο XY παρουσιάζονται στον Πιν. 4.9 για τους συνδυασμούς των αναφερόμενων εκφράσεων επίσης στον Πιν.4.9 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συσχέτισης Pearson (r\_value) που υπάρχει σε κάθε συνδυασμό εκφράσεων [38]. Τα αποτελέσματα του πίνακα παρουσιάζονται με την ακόλουθη μορφή για κάθε συνδυασμό εκφράσεων (P-value/ R\_value).

**Πίν. 4.10: Αποτελέσματα (P-value/ R\_value) για το XY κύρτωση (kurtosis) της ολικής περιοχής του προσώπου.**

Εκφράσεις	Θυμός	Αηδία	Χαρά	Ουδετερότητα	Λύπη	Έκπληξη
Φόβος	0.026 /0.677	0.000 /- 0,258	0.117 /0,758	0,069/0,865	0,438/0,730	0,000/0,557
Θυμός	X	0.000/- 0,236	0.001/0,802	0,000/0,566	0,021/0,874	0,000/0,695
Αηδία	X	X	0,002/- 0,053	0,097/0,294	0,000/0,129	0,001/- 0,091
Χαρά	X	X	X	0,162/0,787	0,149/0,947	0,000/0,627
Ουδετερότητα	X	X		X	0,023/0,691	0,000/0,485
Λύπη	X	X	X	X	X	0,000/0,696

Διάγρ. 4.1: XY μέσος όρος για τις 7 διαφορετικές εκφράσεις του προσώπου 7

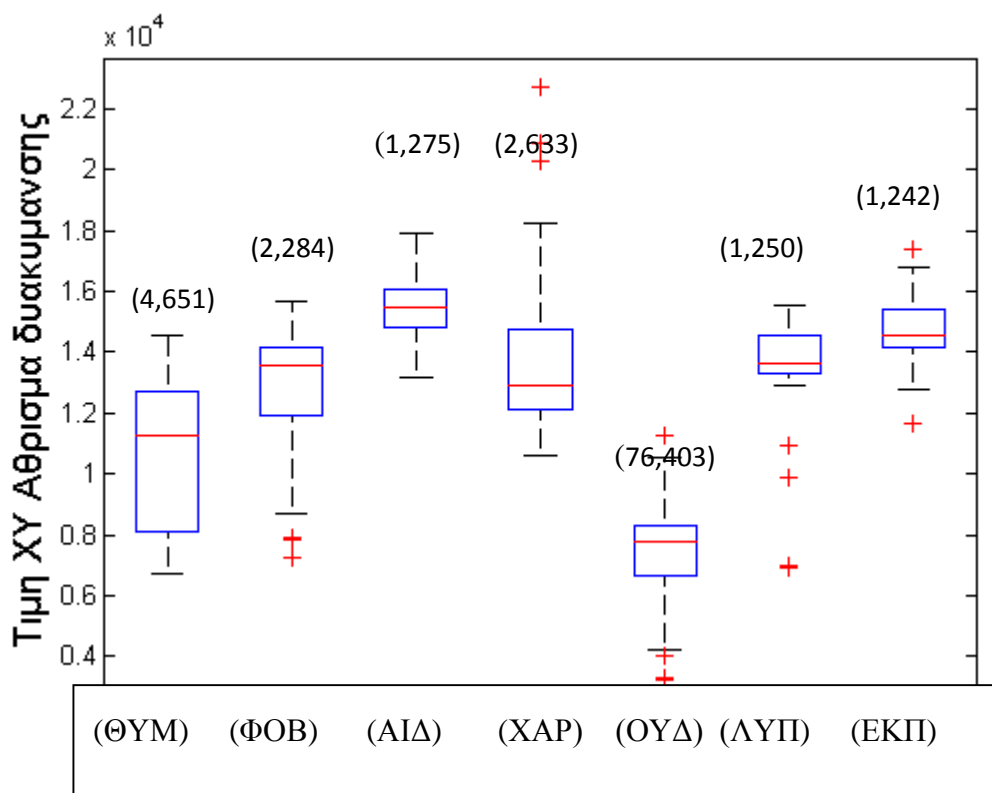


Στο Διαγρ. 4.2 παρουσιάζετε ένα XY το άθροισμα διακύμανσης (Sum Variance) από το ολικό μέρος του προσώπου με το οποίο δεν μπορεί να γίνει διαχωρισμός έστω και ενός συνδυασμού εκφράσεων για τον λόγο ότι η τιμές του χαρακτηριστικού είναι πολύ κοντά για όλες τις εκφράσεις. Από το Wilcoxon test τα αποτελέσματα του P-value που έχουν εξαχθεί για το συγκεκριμένο XY παρουσιάζονται στον Πιν.4.10 για τους συνδυασμούς των αναφερόμενων εκφράσεων επίσης στον Πιν.4.10 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συσχέτισης Pearson ( $r\_value$ ) που υπάρχει σε κάθε συνδυασμό εκφράσεων [37]. Τα αποτελέσματα του πίνακα παρουσιάζονται με την ακόλουθη μορφή για κάθε συνδυασμό εκφράσεων (P-value/R\_value).[37][38]

**Πίν. 4.11: Αποτελέσματα (P-value/ R\_value) για το XY διακύμανσης (Sum Variance) της ολικής περιοχής του προσώπου.**

Εκφράσεις	Θυμός	Αηδία	Χαρά	Ουδετερότητα	Λύπη	Έκπληξη
Φόβος	0,000/0,421	0,002/0,136	0,307/0,184	0,002/-0,620	0,320/0,098	0,135/0,728
Θυμός	x	0,000/0,167	0,008/-0,382	0,000/ -0,009	0,000/0,320	0,000/0,661
Αηδία	X	X	0,013/0,271	0,191/ -0,124	0,062/0,320	0,141/0,235
Χαρά	X	X	X	0,007/ -0,286	0,207/-0,396	0,178/0,003
Ουδετερότητα	X	X	X	X	0,054/-0,206	0,188/-0,188
Λύπη	X	X	X	X	X	0,420/0,200

**Διάγρ. 4.2: XY μέσος όρος για τις 7 διαφορετικές εκφράσεις του προσώπου 7**



Στο Διαγρ. 4.3 παρουσιάζετε το XY γωνιακή δεύτερη ορμή (angular second moment) από το πάνω μέρος του προσώπου με το οποίο μπορεί να γίνει διαχωρισμός έστω και ενός συνδυασμού εκφράσεων για τον λόγο ότι η τιμές του χαρακτηριστικού διακυμαίνονται διαφορετικά. Από το Wilcoxon test τα αποτελέσματα του P-value που έχουν εξαχθεί για το συγκεκριμένο XY παρουσιάζονται στον Πιν.4.12 για τους συνδυασμούς των αναφερόμενων εκφράσεων επίσης στον Πιν.4.12 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συσχέτισης Pearson (r\_value) που υπάρχει σε κάθε συνδυασμό εκφράσεων [37]. Τα αποτελέσματα του πίνακα παρουσιάζονται με την ακόλουθη μορφή για κάθε συνδυασμό εκφράσεων (P-value/R\_value).[37][38]

**Πίν. 4.12: Αποτελέσματα (P-value/ R\_value) για το XY γωνιακή δεύτερη ορμή (angular second moment)**

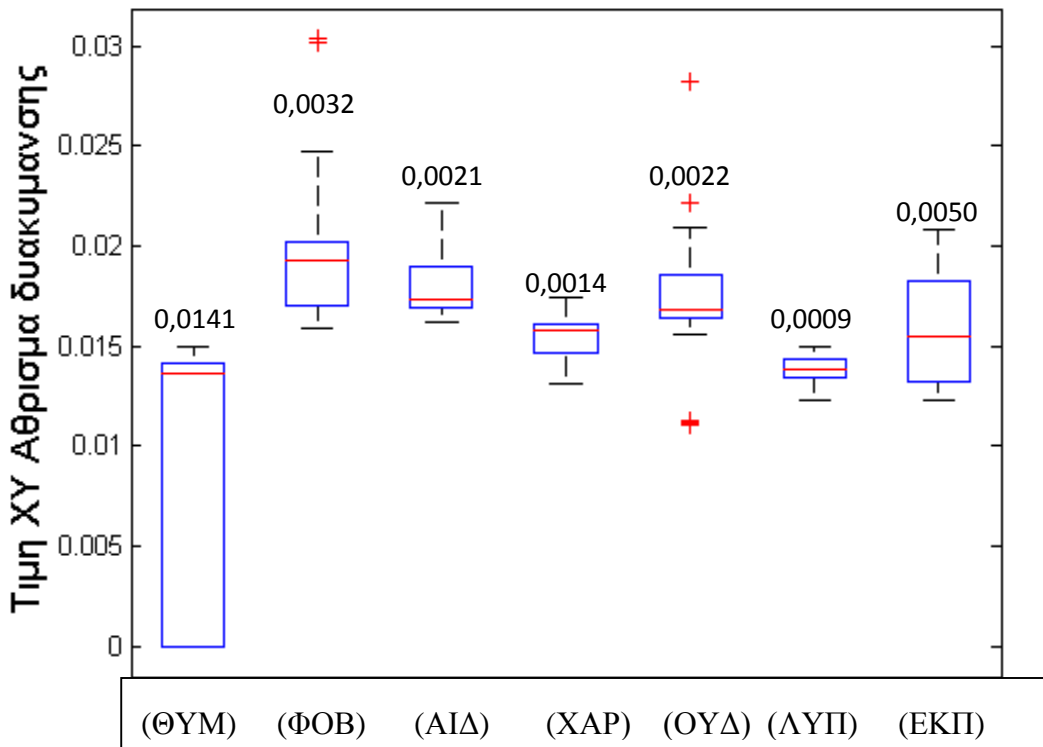
Εκφράσεις	Θυμός	Αηδία	Χαρά	Ουδετερότητα	Λύπη	Έκπληξη
Φόβος	0,096/ 0,918	0,000/ 0,282	0,000/ -0,694	0,000/ 0,802	0,000/ -0,555	0,000/ -0,595
Θυμός	X	0,000/ 0,411	0,000/ -0,640	0,000/ 0,662	0,000/ -0,497	0,000/ -0,448
Αηδία	X	X	0,039/ 0,078	0,072/ -0,162	0,090/ -0,295	0,147/ 0,373
Χαρά	X	X	X	0,447/ -0,769	0,056/ -0,055	0,103/ 0,758
Ουδετερότητα	X	X	X	X	0,340/ -0,172	0,287/ -0,846
Λύπη	X	X	X	X	X	0,365/ 0,128

της πάνω περιοχής του προσώπου.

Από τα αποτελέσματα του Διαγρ.4.3 μπορεί να παρατηρηθεί ότι με τα XY γωνιακή δεύτερη ορμή (angular second moment) μπορούν να διαχωριστούν οι εκφράσεις που συνδυάζονται με την έκφραση θυμός. Με αυτό το XY μπορεί να μην διαχωρίζονται κάποιοι συνδυασμοί όμως λειτουργεί πολύ καλά στην περίπτωση του θυμού.



Διάγρ. 4.3: XY μέσος όρος για τις 7 διαφορετικές εκφράσεις του προσώπου από την πάνω περιοχή του προσώπου.

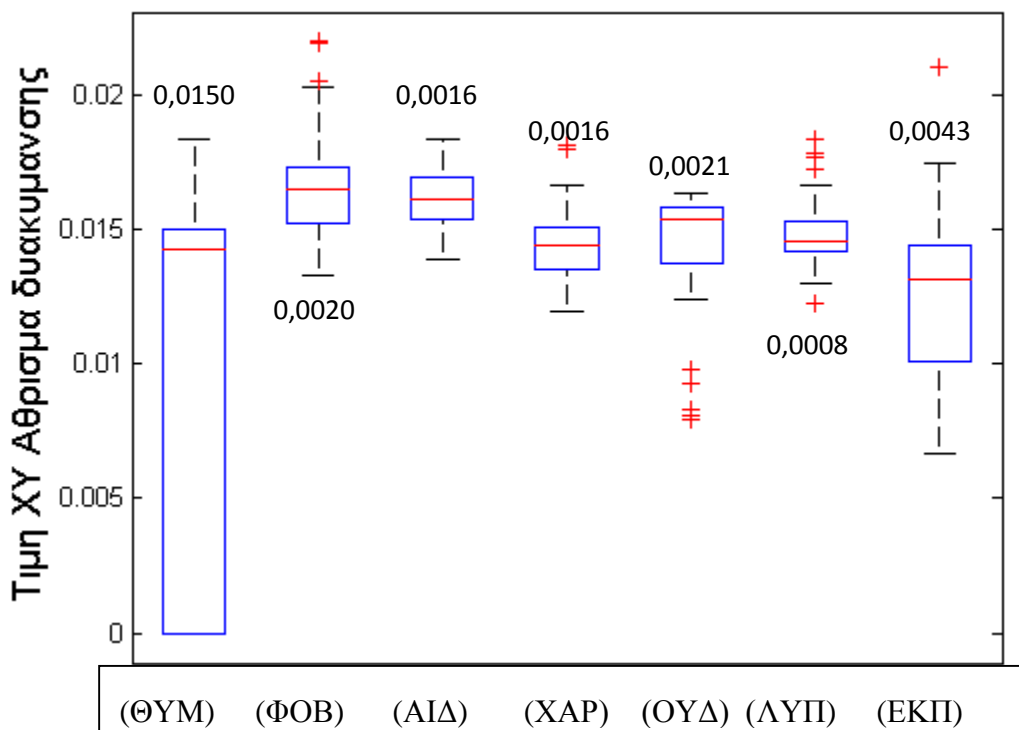


Στο Διαγρ. 4.4 παρουσιάζετε το XY πληροφορίες μετρήσεων από τη συσχέτιση (information measures of correlation) από το ολικό μέρος του προσώπου με το οποίο μπορεί να γίνει διαχωρισμός έστω και ενός συνδυασμού εκφράσεων για τον λόγο ότι η τιμές του χαρακτηριστικού διακυμαίνονται διαφορετικά. Από το Wilcoxon test τα αποτελέσματα του P-value που έχουν εξαχθεί για το συγκεκριμένο XY παρουσιάζονται στον Πιν.4.13 για τους συνδυασμούς των αναφερόμενων εκφράσεων επίσης στον Πιν.4.13 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συσχέτισης Pearson ( $r\_value$ ) που υπάρχει σε κάθε συνδυασμό εκφράσεων [37]. Τα αποτελέσματα του πίνακα παρουσιάζονται με την ακόλουθη μορφή για κάθε συνδυασμό εκφράσεων (P-value/ R\_value).

**Πίν. 4.13: Αποτελέσματα (P-value/ R\_value) για το XY συσχέτιση (correlation) της πάνω περιοχής του προσώπου.**

Εκφράσεις	Θυμός	Αηδία	Χαρά	Ουδετερότητα	Λύπη	Έκπληξη
Φόβος	0,0195/0,811	0,0000/ -0,888	0,0557/ 0,309	0,0059/ 0,691	0,2566/ -0,197	0,0123/ 0,692
Θυμός	X	0,0000/ -0,913	0,0000/ 0,397	0,0000/ 0,716	0,0017/ -0,804	0,0000/ 0,810
Αηδία	X	X	0,0032/ -0,492	0,0412/ 0,731	0,0006/ 0,108	0,0375/ -0,820
Χαρά	X	X	X	0,0852/ 0,610	0,1121/ 0,323	0,2239/ 0,610
Ουδετερότητα	X	X	X	X	0,0756/ 0,223	0,4436/ 0,681
Λύπη	X	X	X	X	X	0,0629/ 0,162

**Διάγρ. 4.4: XY μέσος όρος για τις 7 διαφορετικές εκφράσεις του προσώπου από την μέση περιοχή του προσώπου.**



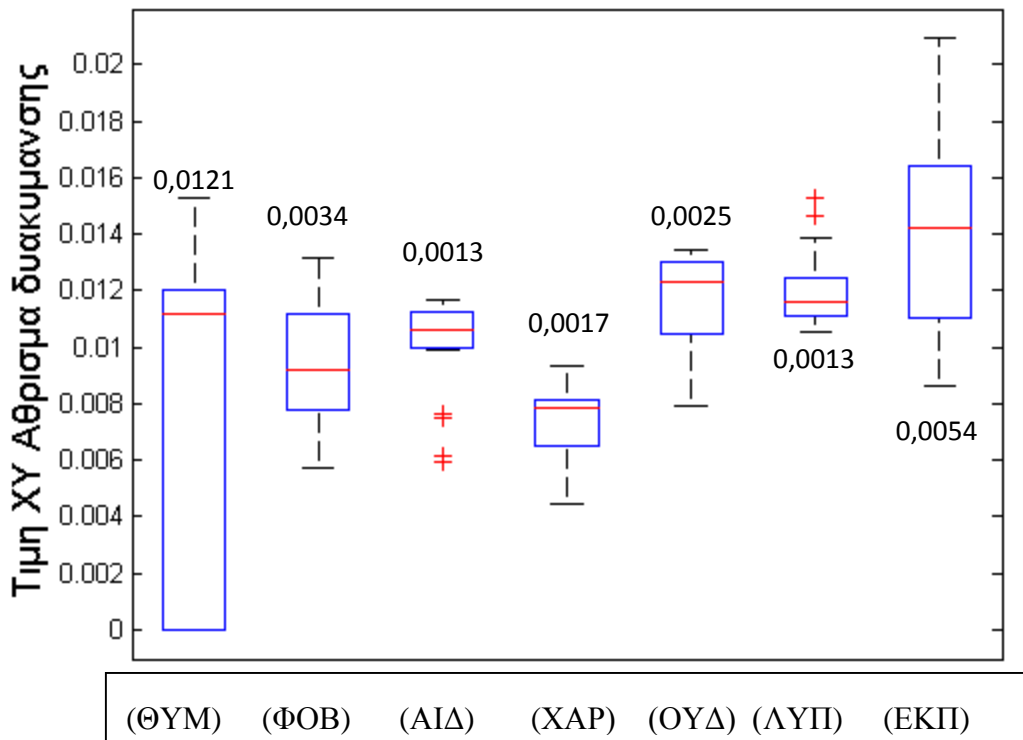
Στο Διαγρ. 4.5 παρουσιάζετε το XY πληροφορίες μετρήσεων από τη συσχέτιση (information measures of correlation) από το ολικό μέρος του προσώπου με το οποίο μπορεί να γίνει διαχωρισμός έστω και ενός συνδυασμού εκφράσεων για τον λόγο ότι η τιμές του χαρακτηριστικού διακυμαίνονται διαφορετικά. Από το Wilcoxon test τα αποτελέσματα του P-

value που έχουν εξαχθεί για το συγκεκριμένο XY παρουσιάζονται στον Πιν.4.14 για τους συνδυασμούς των αναφερόμενων εκφράσεων επίσης στον Πιν.4.14 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συσχέτισης Pearson ( $r\_value$ ) που υπάρχει σε κάθε συνδυασμό εκφράσεων [37]. Τα αποτελέσματα του πίνακα παρουσιάζονται με την ακόλουθη μορφή για κάθε συνδυασμό εκφράσεων (P-value/ R\_value).[38][37]

**Πίν. 4.14: Αποτελέσματα (P-value/ R\_value) για το XY πληροφορίες μετρήσεων από τη συσχέτιση (information measures of correlation) της πάνω περιοχής του προσώπου.**

Εκφράσεις	Θυμός	Αηδία	Χαρά	Ουδετερότητα	Λύπη	Έκπληξη
Φόβος	0,115/ -0,710	0,000/ -0,856	0,000/ -0,573	0,000/ -0,781	0,001/ 0,578	0,001/ 0,310
Θυμός	X	0,000/ 0,851	0,000/ 0,452	0,002/ 0,690	0,017/ -0,644	0,001/ -0,151
Αηδία	X	X	0,011/ 0,376	0,001/ 0,635	0,019/ -0,444	0,297/ -0,171
Χαρά	X	X	X	0,086/ 0,335	0,428/ -0,616	0,318/ 0,296
Ουδετερότητα	X	X	X	X	0,318/ -0,718	0,360/ -0,515
Λύπη	X	X	X	X	X	0,386/ 0,048

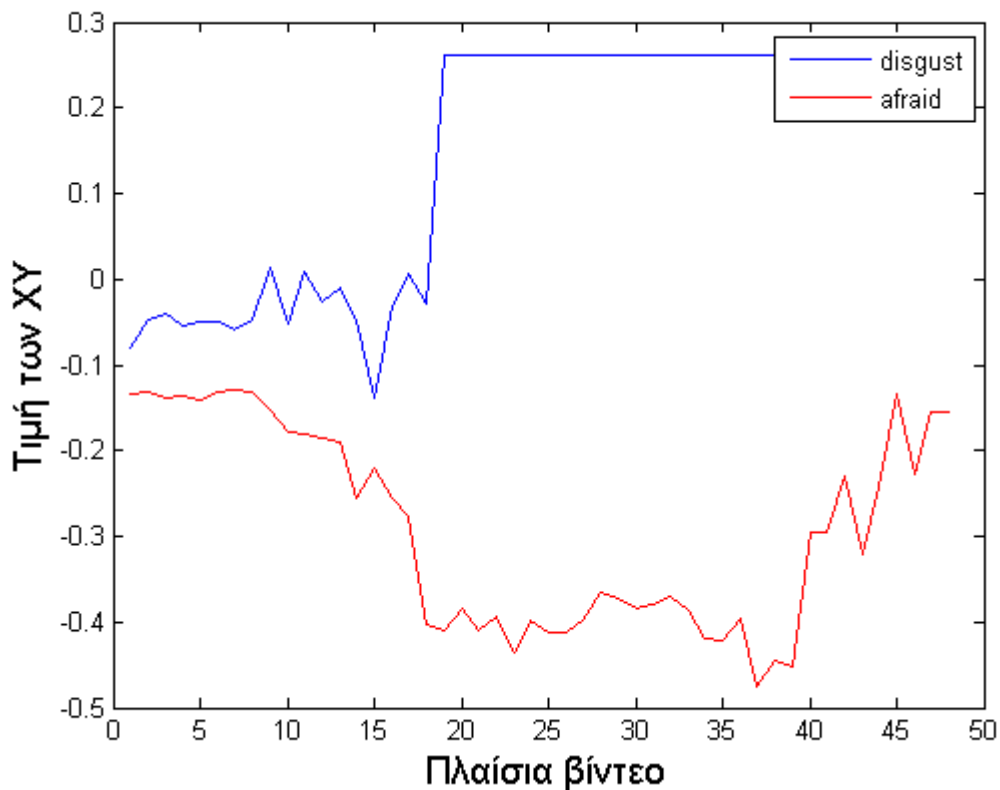
**Διάγρ. 4.5: XY μέσος όρος για τις 7 διαφορετικές εκφράσεις του προσώπου από την κάτω περιοχή του προσώπου.**



## 4.7 Οπτική παρατήρηση των κατανομών

Στην συνέχεια για την καλύτερη παρατήρηση της συμπεριφοράς των XY δημιουργήθηκαν διαγράμματα XY έτσι ώστε να παρατηρηθεί οπτικά η διακύμανση τους στα διαφορετικά πλαίσια του βίντεο καθώς αλλάζουν οι εκφράσεις του προσώπου. Στο Διαγρ. 4.3 παρουσιάζετε το XY κύρτωση (Kurtosis) με το οποίο μπορεί να γίνει διαχωρισμός της έκφρασης του φόβου και της αϊδίας. Από το Διαγρ. μπορεί να παρατηρηθεί ότι το συγκεκριμένο XY παίρνει μια ανοδική ποριά για την έκφραση της αϊδίας και μια καθοδική ποριά για την έκφραση του φόβου. Επίσης παρατηρείτε ότι υπάρχει ελαχίστη επικάλυψη τιμών. Η διακύμανση της έκφρασης της αϊδίας φαίνεται από το πλαίσιο 19 και μετά να παραμένει σταθερή αλλά αυτό γίνεται για τον λόγο ότι ο αριθμός των πλαισίων της έκφρασης αϊδία δεν είναι ο ίδιος με την έκφραση του φόβου έτσι η τελευταία τιμή επαναλαμβάνεται. Η τιμή του P-value για αυτόν τον συνδυασμό εκφράσεων είναι 0.002 και η τιμή της συσχέτισης τους R\_value είναι -0,258.[37],[38]

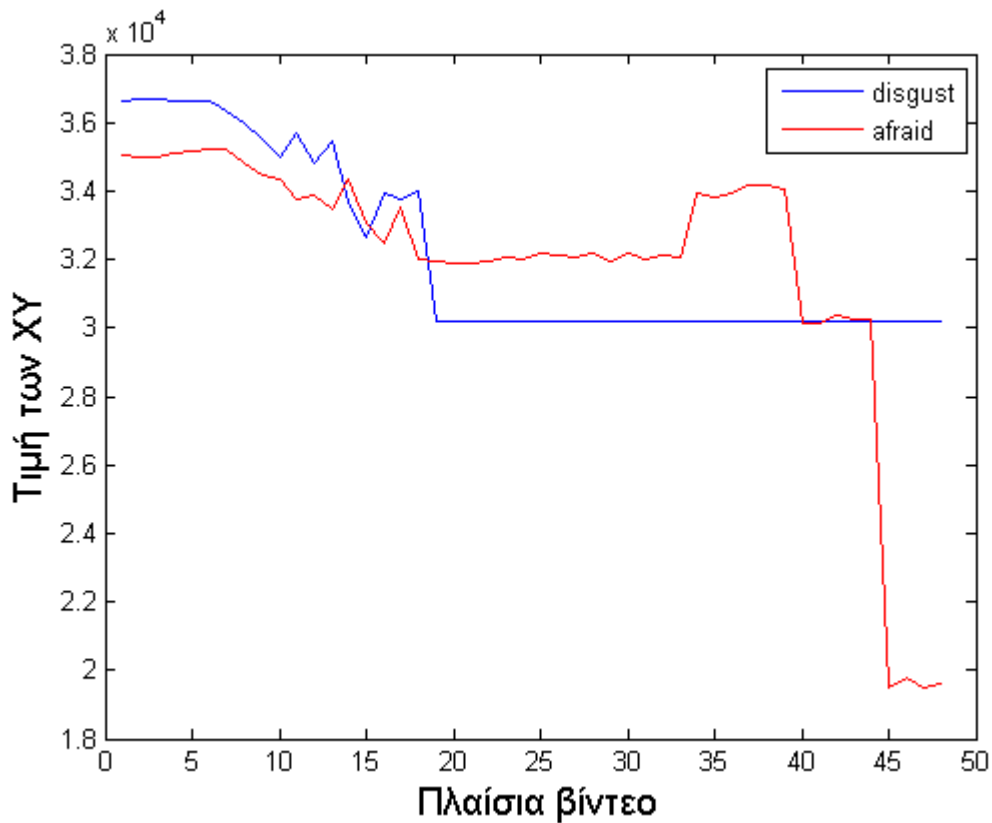
**Διάγρ. 4.6:** παρουσίαση της διακύμανσης ενός XY για τις 2 εκφράσεις από ένα XY που είναι χρήσιμο.



Στο Διαγρ. 4.4 παρουσιάζεται η Διακύμανση του XY περιμέτρου (area) για 2 διαφορετικές εκφράσεις προσώπου της αϊδίας και του φόβου. Με αυτό το XY δεν μπορεί να γίνει διαχωρισμός του συγκεκριμένου συνδυασμού εκφράσεων για τον λόγο ότι το XY φαίνεται να

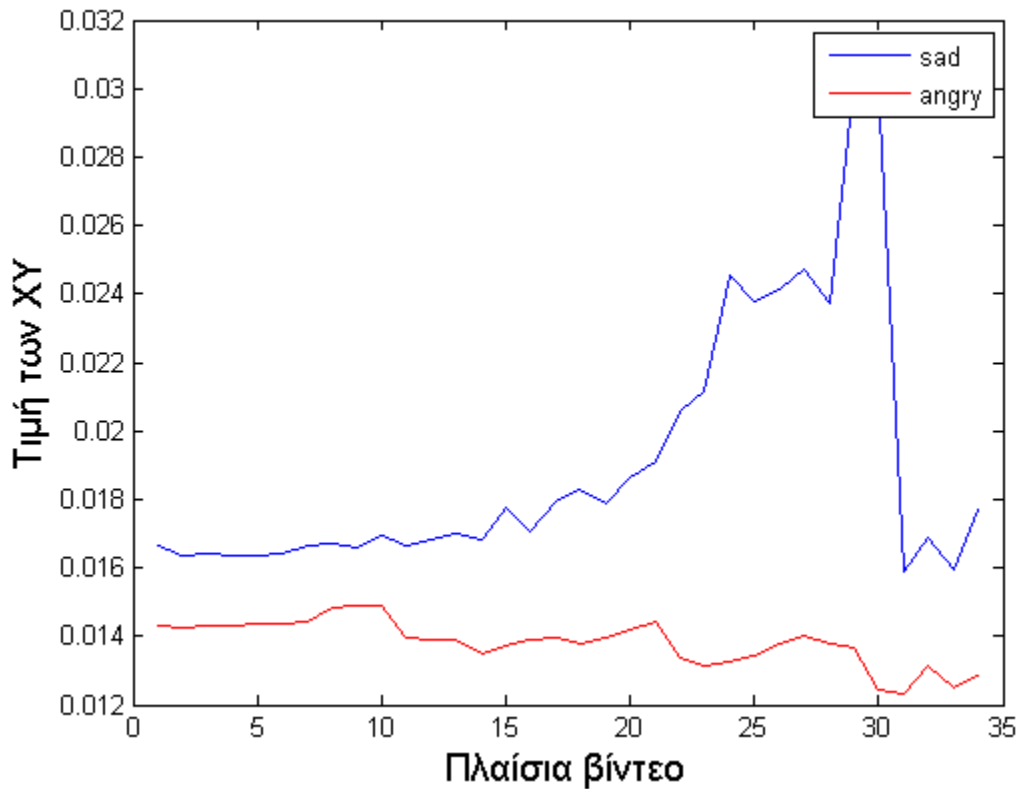
διακυμαίνεται το ίδιο και για τις δυο εκφράσεις του προσώπου. Η διακύμανση της έκφρασης της αΐδιας φαίνεται από το πλαίσιο 19 και μετά να παραμένει σταθερή αλλά αυτό γίνεται για τον λόγο ότι ο αριθμός των πλαισίων της έκφρασης αΐδια δεν είναι ο ίδιος με την έκφραση του φόβου έτσι η τελευταία τιμή επαναλαμβάνεται. Η τιμή του P-value για αυτόν τον συνδυασμό εκφράσεων είναι 0.602 και η τιμή της συσχέτισης τους R\_value είναι 0,634.[37][38]

Διάγρ. 4.7: παρουσίαση της διακύμανσης ενός XY για της 2 εκφράσεις από ένα XY που δεν είναι χρήσιμο.



Στο Διαγρ. 4.6 παρουσιάζεται η Διακύμανση του XY γωνιακή δεύτερη ορμή (angular second moment) για 2 διαφορετικές εκφράσεις προσώπου της λύπης και του θυμού από το πάνω μέρος του προσώπου. Με αυτό το XY μπορεί να γίνει διαχωρισμός του συγκεκριμένου συνδυασμού εκφράσεων για των λόγο ότι το XY φαίνεται να διακυμαίνεται το ίδιο και για τις δυο εκφράσεις του προσώπου. Η τιμή του P-value για αυτόν τον συνδυασμό εκφράσεων είναι 0 και η τιμή της συσχέτισης τους R\_value είναι -0,497.[37][38]

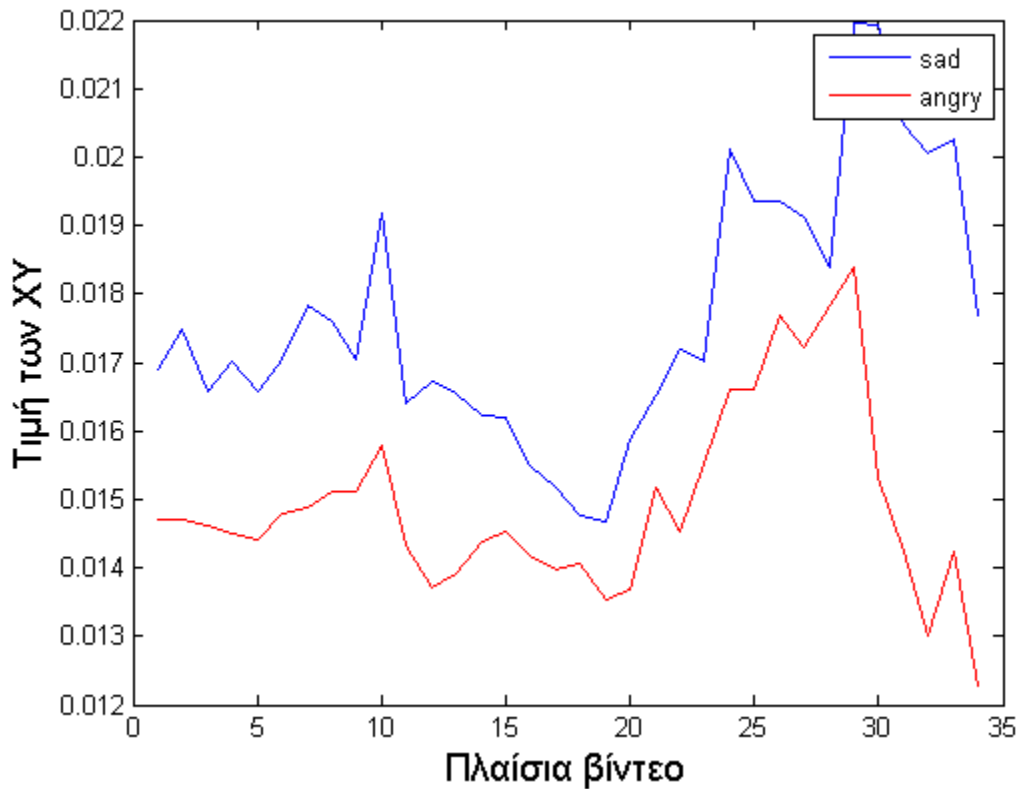
**Διάγρ. 4.8:** παρουσίαση της διακύμανσης ενός XY για της 2 εκφράσεις από ένα XY που είναι χρήσιμο από την πάνω περιοχή του προσώπου.



Στο Διαγρ. 4.7 παρουσιάζεται η Διακύμανση του XY συσχέτιση (correlation) για 2 διαφορετικές εκφράσεις προσώπου της λύπης και του θυμού από το μεσο μέρος του προσώπου. Με αυτό το XY μπορεί να γίνει διαχωρισμός του συγκεκριμένου συνδυασμού εκφράσεων για των λόγο ότι το XY φαίνεται να διακυμαίνεται το ίδιο και για τις δυο εκφράσεις του προσώπου. Από το διάγραμμα μπορεί να παρατηρηθεί ότι παρόλο που η διακύμανση του XY παραμένει περίπου η ίδια η τιμή του XY για την έκφραση της λύπης είναι πάντα μεγαλύτερη από την τιμή του XY για την έκφραση του θυμού.

Η τιμή του P-value για αυτόν τον συνδυασμό εκφράσεων είναι 0 και η τιμή της συσχέτισης τους R\_value είναι -0,804.[37][38]

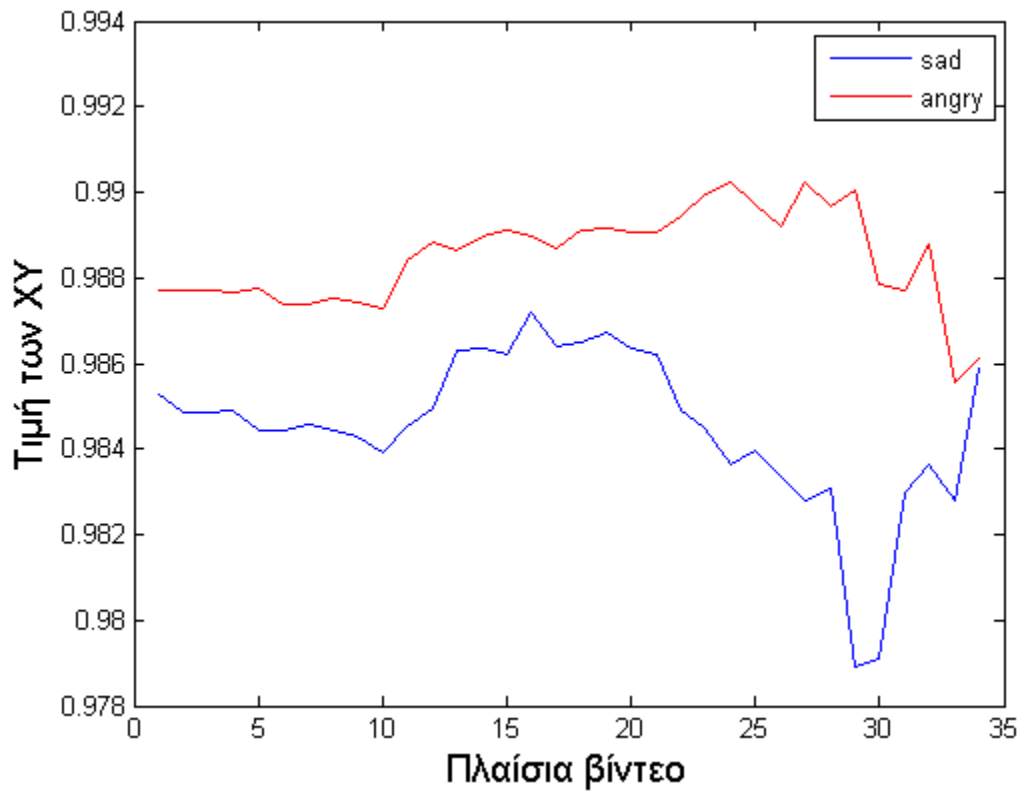
**Διάγρ. 4.9:** παρουσίαση της διακύμανσης ενός XY για τις 2 εκφράσεις από ένα XY που είναι χρήσιμο από τη μέση περιοχή του προσώπου.



Στο Διαγρ. 4.8 παρουσιάζεται η Διακύμανση του XY πληροφορίες μετρήσεων από τη συσχέτιση (information measures of correlation) για 2 διαφορετικές εκφράσεις προσώπου της λύπης και του θυμού από το κάτω μέρος του προσώπου. Με αυτό το XY μπορεί να γίνει διαχωρισμός του συγκεκριμένου συνδυασμού εκφράσεων για των λόγο ότι το XY φαίνεται να διακυμαίνεται το ίδιο και για τις δυο εκφράσεις του προσώπου. Από το διάγραμμα μπορεί να παρατηρηθεί ότι παρόλο που η διακύμανση του XY παραμένει περίπου η ίδια η τιμή του XY για την έκφραση της λύπης είναι πάντα μεγαλύτερη από την τιμή του XY για την έκφραση του θυμού.

Η τιμή του P-value για αυτόν τον συνδυασμό εκφράσεων είναι 0 και η τιμή της συσχέτισης τους R\_value είναι -0,644.[37][38]

**Διάγρ. 4.10:** παρουσίαση της διακόμανσης ενός XY για τις 2 εκφράσεις από ένα XY που είναι χρήσιμο από τη κάτω περιοχή του προσώπου.





## 5 ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται σύγκριση της μεθόδου και των αποτελεσμάτων με άλλες ερευνητικές εργασίες και περιγράφονται σε περιορισμούς της μεθόδου και των αποτελεσμάτων. Ακολούθως θα συζητηθούν τα συμπεράσματα που εξάχθηκαν από την πτυχιακή εργασία και τέλος οι μελλοντικοί στόχοι.

### 5.1 Σύγκριση Μεθόδου και Αποτελεσμάτων με Προηγούμενες Εργασίες

Στον Πιν. 1.1 παρουσιάστηκε συνοπτικά η σημαντικότερη βιβλιογραφική ανασκόπηση που έγινε κατά την διάρκεια διεκπεραίωσης της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Μια από τις παλαιότερες μελέτες που έγιναν ήταν η ερευνά του Γραμματικάκη. I το 2007 στην οποία η αναγνώριση εκφράσεων προσώπου έγινε με χρήση HMM. Σε αυτή τη ερευνητική προσπάθεια [27] έγινε χρήση των APM για την εξαγωγή της πληροφορίας που χριζόταν και επίσης για την παραγωγή ενός εκπαιδευμένου μοντέλου σχήματος και υφής σε μια νέα εικόνα έτσι ώστε να παραχθούν τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά. Υιοθετήθηκε ένα ισχυρό στατιστικό εργαλείο τα κρυφά μοντέλα Markov που στοχεύουν την μοντελοποίηση συστημάτων. Επίσης χρησιμοποιήθηκε ανάλυση κύριας συνιστώσας (PCA). Η απόδοση του συστήματος έφτασε μέχρι και 94% και το συμπέρασμα ότι όσο μεγαλύτερη ήταν μια ακολουθία ενός βίντεο τόσο αυξανόταν και η απόδοση του συστήματος. [27] Στην παρούσα πτυχιακή εργασία έγινε χρήση των ήδη εξαγόμενων αποτελεσμάτων από τη βάση δεδομένων των ενεργών μοντέλων AAM και για την εκπαίδευση του συστήματος εφαρμόστηκε στατιστική ανάλυση πάνω σε XY. Η απόδοση του συστήματος που υλοποιήθηκε στην παρούσα πτυχιακή εργασία ανήλθε στο 72% για μια γενική απόδοση που υπολογίστηκε από τις αποδόσεις που εξάχθηκαν από τον διαχωρισμό όλων των εκφράσεων. Η αποδόσεις αυτές κυμαίνονται από 30% μέχρι 100%

Ακόμη μια μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε από τον Λαζαρίδου. Π το 2008 ήταν η Αναγνώριση εκφράσεων με τη βοήθεια του μετασχηματισμού Independent Component Analysis (ICA) [28]. όπου παρουσιάζεται μια μέθοδος αυτόματης αναγνώρισης εκφράσεων. Η ICA είναι μια αξιόλογη τεχνική εξαγωγής χαρακτηριστικών που χρησιμοποιείται ευρέως σε διεργασίες αναγνώρισης προσώπων και έχει αποδειχθεί ικανή στην δημιουργία αποτελεσματικών αναπαραστάσεων των εικόνων προσώπου. Είναι μια στατιστική τεχνική η οποία βρίσκει ένα σύνολο εικόνων βάσης και αναπαριστά τα πρόσωπα ως ένα γραμμικό συνδυασμό των εικόνων αυτών. Η απόδοση του συστήματος για τη μέση πιθανότητα αναγνώρισης κάθε κλάσης σε επίπεδο αναγνώρισης 6 κλάσεων ήταν μέχρι και 90% και η απόδοση αναγνώρισης εκφράσεων

σε 10 διαφορετικές βάσεις δεδομένων (BU-3DFE) ανερχόταν μέχρι και 84.7%. Το σημαντικότερο συμπέρασμα που εξάχθηκε από αυτή την έρευνα ήταν ότι με την χρήση περισσότερων σημείων θα μπορούσε να γίνει περιστροφή των εικόνων όποτε κρίνεται αναγκαίο και μια καλύτερη κανονικοποίηση γεγονός που θα βελτίωνε την συνολική απόδοση του συστήματος αφού τα χαρακτηριστικά του προσώπου θα ήταν καλύτερα ταυτισμένα στο μμέσο σχήμα [28]. Η διάφορα που υπάρχει μεταξύ της παρούσας πτυχιακής εργασίας και του Independent Component Analysis είναι ότι στο ICA η στατιστική ανάλυση γίνεται για να συγκριθεί η θέση των σημείων που εφαρμόζονται στο πρόσωπο ενώ στην περίπτωση αυτής της ερευνάς η στατιστική ανάλυση εφαρμόζεται στα XY για να βρεθούν οι στατιστικές διαφορές που εκτελούνται κατά τη διάρκεια εκτόνωσης της έκφρασης. Η απόδοση του συστήματος που υλοποιήθηκε στην παρούσα πτυχιακή εργασία ανήλθε στο 72% για μια γενική απόδοση που υπολογίστηκε από τις αποδόσεις που εξάχθηκαν από τον διαχωρισμό όλων των εκφράσεων. Η αποδόσεις αυτές κυμαίνονται από 30% μέχρι 100%

Σε μια άλλη μελέτη η οποία έγινε από τον Ιωάννης. Π το 2011 όπου χρησιμοποιήθηκε (ACM) [29] και έγινε ταξινόμηση των συναισθημάτων με τη βοήθεια των Support Vector Machines (SVM). Η απόδοση του συστήματος για εικόνες και των 5 προσώπων έχουν χρησιμοποιηθεί για εκπαίδευση και για ταξινόμηση ήταν 100%. Επίσης η απόδοση αναγνώρισης εκφράσεων με ταξινόμηση των 6 συναισθημάτων και της ουδέτερης έκφρασης των 5 προσώπων με κοινό AAM και για τα 5 ήταν περίπου 50%. Τα σημαντικότερα συμπέρασμα που εξάχθηκε από αυτή την έρευνα ήταν ότι η διαχωριστικότητα των συναισθημάτων σε ένα άγνωστο πρόσωπο μπορεί να επιτευχθεί υπό τις ακόλουθες προϋποθέσεις. τα πρόσωπα που έχουν χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία του AAM. καθώς και το άγνωστο πρόσωπο. να εκφράζουν τα συναισθήματα με παρόμοιο τρόπο μεταξύ τους. Τα συναισθήματα όλων των προσώπων να εκφράζονται με όσο το δυνατόν πιο ξεκάθαρο τρόπο. Το AAM να έχει δημιουργηθεί με όσο το δυνατόν περισσότερα πρόσωπα πράγμα το οποίο θα εξασφαλίσει την απαραίτητη ποικιλομορφία ώστε να μπορεί να προσεγγισθεί μία νέα εικόνα με ικανοποιητικό τρόπο. κατά την εφαρμογή του αλγορίθμου AAM Search. 75[27]. Η διαφορά μεταξύ αυτής της έρευνας και της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν ότι στην έρευνα του Ιωάννης. Π και πάλι τα σημεία των προσώπων από τα AAM χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο της μετατόπισης τους από έκφραση σε έκφραση και με την χρήση των SVM ταξινομήθηκαν οι διάφορες εκφράσεις του προσώπου. Η απόδοση του συστήματος που υλοποιήθηκε στην παρούσα πτυχιακή εργασία ανήλθε στο 72% για μια γενική απόδοση που υπολογίστηκε από τις αποδόσεις που εξάχθηκαν

από τον διαχωρισμό όλων των εκφράσεων. Η αποδόσεις αυτές κυμαίνονται από 30% μέχρι 100%.

Σε μια άλλη μελέτη που έγινε από την Irene Kotsia το 2007 [32] (Local Binary Patterns-LBP) αξιολογήθηκε η αναγνώριση του προσώπου που βασίζεται σε στατιστικά τοπικά χαρακτηριστικά. Εκτεταμένα πειράματα δείχνουν ότι τα LBP χαρακτηριστικά είναι μια αποτελεσματική και αποδοτική μέθοδος για την αναγνώριση έκφραση του προσώπου. Για καλύτερη απόδοση με αυτή τη μέθοδο γίνεται χρήση SVP. Τα κυριότερα αποτελέσματα που εξάχθηκαν ήταν ότι η έκπληξη και ουδετερότητα μπορούν να αναγνωριστούν με μεγάλη ακρίβεια (90-98%). ενώ τα ποσοστά αναγνώρισης για τον φόβος και τη θλίψη είναι πολύ κατώτερο (68-69%).[32]. Η κυριότερη διαφορά αυτής της έρευνας με την παρούσα πτυχιακή εργασία είναι ότι τα XY δεν αφορούν ένα σημείο του προσώπου άλλα αφορούν τις γενικές χρωματικές αλλαγές που εκτελούνται σε κάθε πρόσωπο κατά την διάρκεια εκτόνωσης κάθε έκφρασης. Η απόδοση του συστήματος που υλοποιήθηκε στην παρούσα πτυχιακή εργασία ανήλθε στο 72% για μια γενική απόδοση που υπολογίστηκε από τις αποδόσεις που εξάχθηκαν από τον διαχωρισμό όλων των εκφράσεων. Η αποδόσεις αυτές κυμαίνονται από 30% μέχρι 100%.

Στην έρευνα που έγινε από τον Shan. το 2006 C [33]. έγινε αναγνώριση έκφρασης προσώπου σε ακολουθίες εικόνων χρησιμοποιώντας γεωμετρικά μικρομετακινήσεις χαρακτηριστικών και SPM. Παρουσιάστηκαν δύο μέθοδοι για την αναγνώριση της έκφρασης του προσώπου σε ακολουθίες εικόνων. Ο χρήστης πρέπει να τοποθετήσει το χέρι μερικά από Candide επιπρόσθετα από τα AAM. Το σύστημα του δικτύου παρακολούθησης και παραμόρφωσης λειτουργεί με βάση παραμορφώσιμα μοντέλα. παρακολουθεί αυτά τα μοντέλα σε διαδοχικές περιόδους του χρόνου. καθώς θα εξελίσσεται η έκφραση του προσώπου. έως ότου εμφανιστεί το πλαίσιο που αντιστοιχεί στην μεγαλύτερη ένταση έκφρασης του προσώπου. Η γεωμετρική μετατόπιση ορισμένων επιλεγμένων κόμβων Candide. ορίζεται ως η διαφορά του κόμβου με της συντεταγμένες μεταξύ του πρώτου και του πλαισίου με τη μεγαλύτερη ένταση έκφρασης του προσώπου. χρησιμοποιείται ως εισόδου σε μια νέα multiclass SVM που χρησιμοποιούνται για να αναγνωρίσουν τις έξι βασικές εκφράσεις του προσώπου. Τα αποτελέσματα στη βάση δεδομένων Cohn-Kanade [36] δείχνουν την ακρίβεια της αναγνώρισης 99.7% για την αναγνώριση έκφρασης του προσώπου χρησιμοποιώντας την προτεινόμενη multiclass SVMs και 95.1% για την αναγνώριση έκφρασης του προσώπου που βασίζεται στην ανίχνευση FAU.[33][35] Η διαφορά μεταξύ αυτής της έρευνας και της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν

ότι στην έρευνα του Shan και πάλι τα σημεία των προσώπων από τα AAM χρησιμοποιηθήκαν για τον έλεγχο της μετατόπισης κάποιων χαρακτηριστικών σημείων από έκφραση σε έκφραση και με την χρήση των SVM ταξινομήθηκαν οι διάφορες μικρομετακινήσεις των σημείων αυτών ώστε να διαχωριστούν οι διάφορες εκφράσεις του προσώπου. Η απόδοση του συστήματος που υλοποιήθηκε στην παρούσα πτυχιακή εργασία ανήλθε στο 72% για μια γενική απόδοση που υπολογίστηκε από τις αποδόσεις που εξάχθηκαν από τον διαχωρισμό όλων των εκφράσεων. Η αποδόσεις αυτές κυμαίνονται από 30% μέχρι 100%.

Επίσης η αναγνώριση εκφράσεων έγινε με την χρήση facial animation parameters και multistream HMMs [34]. Η απόδοση ενός αυτόματου συστήματος αναγνώρισης έκφρασης του προσώπου μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με την μοντελοποίηση των διαφορών εναλλαγών της έκφρασης του προσώπου χρησιμοποιώντας πολλαπλά κρυμμένα μοντέλα HMM. Σε αυτή την έρευνα, παρουσιάστηκε μια αυτόματη έκφραση του προσώπου HMM. Το σύστημα χρησιμοποιεί παραμέτρους προσώπου κίνησης (FAPS), με την υποστήριξη από το πρότυπο MPEG-4, όπως χαρακτηριστικά για την ταξινόμηση έκφραση του προσώπου. Συγκεκριμένα, τα FAPS περιγράφουν την κίνηση του. Τα περιγράμματα των εξωτερικών χειλιών, και τα φρύδια χρησιμοποιούνται ως παρατηρήσεις. Μια προσέγγιση HMM multistream προτείνεται για την εισαγωγή και την έκφραση του προσώπου FAP. Τα βάρη κάθε πλαισίου καθορίζονται με βάση τα αποτελέσματα της αναγνώρισης έκφρασης του προσώπου. Η προτεινόμενη μεθοδολογία, χρησιμοποιεί την αξιοπιστία που παρέχουν τα βάρη, με αποτέλεσμα να μειώνουν το σφάλμα κατά 44% και επιτυγχάνοντας απόδοση μέχρι και 94%. [34] Η απόδοση του συστήματος που υλοποιήθηκε στην παρούσα πτυχιακή εργασία ανήλθε στο 72% για μια γενική απόδοση που υπολογίστηκε από τις αποδόσεις που εξάχθηκαν από τον διαχωρισμό όλων των εκφράσεων. Η αποδόσεις αυτές κυμαίνονται από 30% μέχρι 100%.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία χρησιμοποιηθήκαν τα XY για την αναγνώριση εκφράσεων πράγμα που δίνει διαφορετική προσέγγιση σε αυτή τη διπλωματική εργασία και τα αποτελέσματα της διαδικασίας αυτής παρουσιάστηκαν στα προηγούμενά κεφάλαια. Σε αυτή τη πτυχιακή εργασία δεν χρησιμοποιηθήκαν HMMs, FAPS, SVM, LBP, SVP όπως χρησιμοποιήθηκαν σε άλλες ερευνητικές μελέτες αλλά έγινε η εκπαίδευση του συστήματος με την χρήση των XY έτσι ώστε να χρησιμοποιηθούν οι στατιστικές μεταβολές των χρωματισμών του προσώπου σε κάθε έκφραση έτσι ώστε να μπορέσει να γίνει ο διαχωρισμός των εκφράσεων

μετα από ένα συνδυασμό XY και περιοχών επεξεργασίας του προσώπου. Η απόδοση του συστήματος που υλοποιήθηκε στην παρούσα πτυχιακή εργασία ανήλθε στο 72% για μια γενική απόδοση που υπολογίστηκε από τις αποδόσεις που εξάχθηκαν από τον διαχωρισμό όλων των εκφράσεων. Η αποδόσεις αυτές κυμαίνονται από 30% μέχρι 100%

## 5.2 Συμπεράσματα

Σε αυτό το μέρος της πτυχιακής εργασίας θα αναπτυχθούν τα σημαντικότερα συμπεράσματα που έχουν εξαχθεί από τη την παρούσα πτυχιακή εργασία. Σκοπός αυτής της πτυχιακής εργασίας ήταν η εξέταση της ακαταλληλότητας των XY για των διαχωρισμό εκφράσεων και κα επέκταση περαιτέρω χρήση τους για ανίχνευση υπόπτων. Από τα αποτελέσματα που έχουν εξαχθεί καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι με τα XY μπορούν να διαχωριστούν εκφράσεις συνδυάζοντας διαφορετικά μέρη του προσώπου για επεξεργασία και με τον συνδυασμό διάφορων XY. Για την περίπτωση της εξέτασης της καταλληλότητας των XY για των διαχωρισμό εκφράσεων έχουν εξαχθεί θετικά αποτελέσματα όμως στην περίπτωση της χρήσης των XY για των εντοπισμό υπόπτων χρειάζεται μια βάση δεδομένων που να περιέχει εκφράσεις από ύποπτα πρόσωπα δηλαδή από βίντεο που καταγράφονται από κλειστά κυκλώματα παρακολούθησης έτσι ώστε να γίνει μια πιο συγκεκριμένη ανάλυση για το πώς θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν τα XY για την ολοκλήρωση αυτού του στόχου. Λόγο της έλλειψης αυτής της βάσης δεδομένων για να γίνει μια πρώτη προσέγγιση για την αναγνώριση υπόπτων διαχωριστήκαν οι εκφράσεις σε ύποπτες και μη ύποπτες. Αυτή η προσέγγιση δεν υποδηλώνει την υλοποίηση ενός συστήματος αλλά μπορεί να δώσει την πρώτη εικόνα για την ακαταλληλότητα των XY για αυτόν το σκοπό.

Από τον Πιν. 4.1 στον οποίο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα τα οποία παρουσιάζουν τον αριθμό των XY τα οποία έχουν τιμή του  $p\_value$  μικρότερη από 5% για κάθε ομάδα XY. Από αυτό τον πίνακα κατανοήθηκε κατά ποσό η κάθε ομάδα XY είναι κατάλληλη για τον διαχωρισμό εκφράσεων έτσι δημιουργήθηκε το πρώτο μέτρο σύγκρισης για το ποιες ομάδες XY είναι οι καταλληλότερες για την ολοκλήρωση του στόχου της πτυχιακής εργασίας με επιτυχία.

Το επόμενο στάδιο της ανάλυσης ήταν ο υπολογισμός του μέσου όρου και της τυπικής απόκλισης της κάθε έκφρασης για το κάθε μέρος του προσώπου και για κάθε XY έτσι ώστε να μπορούν να διακριθούν οι τιμές των XY για να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο σύγκρισης για να

υπολογιστή η ακαταλληλότητα τους. Από τον Πίν. 4.2 όπου παρουσιάζεται ο μέσος όρος του τα συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν είναι ότι μερικά από τα ΧΥ παίρνουν διαφορετικές τιμές για κάθε διαφορετική περιοχή του προσώπου. Επίσης ένα μέρος των ΧΥ μπορούν να πάρουν πολύ διαφορετικές τιμές για το ίδιο πρόσωπο αν η έκφραση πάνω σε αυτό το πρόσωπο αλλάξει.

Από αυτή τη πτυχιακή εργασία ανήλθε το συμπέρασμα ότι τα ΧΥ δεν είναι όλα χρήσιμα για τον διαχωρισμό εκφράσεων για τον λόγο ότι υπάρχουν ΧΥ τα οποία στηρίζονται στην επιφάνεια που καλύπτει ένα πρόσωπο η ακόμα και στην περίμετρο του. Έτσι στον Πίν 4.3 παρουσιάζονται τα ΧΥ που είναι περισσότερο στατιστικά σημαντικά για κάθε ένα συνδυασμό εκφράσεων και η συσχέτιση που υπάρχει για κάθε ΧΥ σε κάθε συνδυασμό. Τα κυριότερα συμπεράσματα που αποκτήθηκαν από αυτή την διαδικασία ήταν ότι για κάθε συνδυασμό έκφρασης μπορούν να χρησιμοποιούν διαφορετικά ΧΥ από την ίδια περιοχή του προσώπου η ακόμα και από διαφορετική περιοχή έτσι ώστε να υλοποιηθεί με επιτυχία ο διαχωρισμός ενός συνδυασμού εκφράσεων.

Μέσα από την μέθοδο των στατιστικών ορίων εξάχθηκε μια παρατήρηση για το κατά ποσό τα άτομα που κατηγοριοποιήθηκαν από τον συγγραφέα κατηγοριοποιήθηκαν σωστά στην κάθε έκφραση. Από τα αποτελέσματα του Πιν. 4.4 μπορεί να αποδειχθεί ότι ένα μικρό ποσοστό προσώπων είχε καταταχθεί λάθος σε κάθε έκφραση όμως χωρίς να επηρεάζει κατά πολύ την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

Από τα αποτελέσματα τα οποία παρουσιάζονται στους Πιν. 4.5 - 4.8 τα οποία δείχνουν κατά ποσό σε κάθε συνδυασμό εκφράσεων για κάθε χαρακτηριστικό που επιλέχθηκε για το ολικό το πάνω το μέσο και το κάτω περίγραμμα του προσώπου από τον Πιν 4.3 οι κατανομές των τιμών των προσώπων της μιας έκφρασης είναι διαφορετικές από τις κατανομές των προσώπων της δεύτερης έκφρασης. Από τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να γίνει μια τελική εξέταση της ακαταλληλότητας των ΧΥ για τον διαχωρισμό εκφράσεων παρατηρώντας ότι όπως προαναφέρθηκε και πιο πάνω με τον συνδυασμό ΧΥ από διάφορες περιοχές του προσώπου μπορεί να γίνει ο διαχωρισμός των 21 βασικότερων συνδυασμών εκφράσεων με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί ένα σύστημα το οποίο να μπορεί να διαχωρίσει της βασικότερες εκφράσεις του προσώπου. Τα αποτελέσματα στους Πιν. 4.5 - 4.8 που παρουσιάζονται με 0% υποδηλώνουν ότι ο συνδυασμός εκφράσεων με το συγκεκριμένο ΧΥ δεν υπάρχουν πρόσωπα τα οποία να κατατάσσονται εξολοκλήρου σε μια από τις δυο εκφράσεις χρησιμοποιώντας μόνο τα μέσο όρο και την τυπική απόκλιση χωρίς να δηλώνει ότι το συγκεκριμένο ΧΥ δεν μπορεί

να διαχωρίσει την έκφραση. Τα αποτελέσματα στους Πιν 4.5 - Πιν 4.8 που παρουσιάζονται με 100% υποδηλώνουν ότι ο συνδυασμός εκφράσεων με το συγκεκριμένο XY υπάρχουν πρόσωπα τα οποία να κατατάσσονται εξολοκλήρου σε μια από τις δυο εκφράσεις χρησιμοποιώντας μόνο τα μέσο όρο και την τυπική απόκλιση.

Για κάθε χαρακτηριστικό που καθορίστηκε ως σημαντικό και χρήσιμο για την ανάλυση έγινε η δημιουργία των box plots έτσι ώστε να παρατηρηθεί οπτικά η διακύμανση για το κάθε XY (IQR) όπως παρουσιάζονται στο Διάγρ .4.1 υποδεικνύετε ότι κάποια XY όπως το XY κύρτωση (kurtosis) μπορεί να γίνει διαχωρισμός έστω και ενός συνδυασμού εκφράσεων. Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται ο διαχωρισμός είναι ότι ελέγχοντας την τιμή που παίρνει ένα χαρακτηριστικό για μια έκφραση θα κυμαίνεται διαφορετικά για κάποια άλλη έκφραση [βιβλ.]. Επίσης για τα XY που αποδείχτηκαν χρήσιμα για την υλοποίηση του στόχου της διπλωματικής εργασίας δημιουργήθηκαν διαγράμματα XY έτσι ώστε να παρατηρηθεί οπτικά η διακύμανση τους στα διαφορετικά πλαίσια του βίντεο καθώς αλλάζουν οι εκφράσεις του προσώπου όπως παρουσιάζονται στο Διαγρ. 4.3. Από το Διαγρ4.3 μπορεί να παρατηρηθεί ότι το κάποια XY μπορεί να πάρουν μια ανοδική πορεία για κάποια έκφραση κατά την διάρκεια αύξησής της έντασης της έκφρασης και τα ίδια XY να πάρουν μια καθοδική πορεία για μια διαφορετική έκφραση. Επίσης παρατηρείτε ότι υπάρχει ελαχίστη επικάλυψη τιμών. Από το Διαγρ. 4.4. παρατηρείτε ότι κάποια XY δεν είναι χρήσιμα για το σκοπό της πτυχιακής εργασίας όμως το πρόβλημα αυτό απαλείφεται με την δημιουργία συνδυασμών από XY και από περιοχές προσώπων.

Τα γενικά συμπεράσματα που εξαχθήκαν από τη παρούσα πτυχιακή εργασία είναι ότι τα XY μπορούν να κριθούν καταλληλά για τον διαχωρισμό εκφράσεων καθώς υπάρχουν XY τα οποία συμπεριφέρονται διαφορετικά σε κάθε περιοχή του προσώπου και σε κάθε θε έκφραση. Επίσης όσο μεγαλύτερος είναι αριθμός των πλαισίων των βίντεο που εμπεριέχονται στην βάση δεδομένων τόσο αυξάνεται και η ακρίβεια του συστήματος. Μια ακόμη παράμετρος που παρατηρήθηκε να αυξάνει την απόδοση ήταν ο αριθμός των συνολικών προσώπων που εμπεριέχονται σε κάθε έκφραση καθώς όσο μεγαλύτερος ήταν ο αριθμός το προσώπων (δειγμάτων ) για κάθε έκφραση τόσο πιο χαμηλή ήταν και η τυπική απόκλιση που υπάρχει μεταξύ των τιμών των XY από πρόσωπο σε πρόσωπο για την ίδια έκφραση.

### 5.3 Μελλοντικοί Στόχοι

Σε αυτό το τελευταίο μέρος της πτυχιακής εργασίας θα αναφερθούν τα διαφορά παραβλήματα που εντοπιστήκαν κατά τη διεκπεραίωση της πτυχιακής εργασίας. Επίσης σε αυτό το μέρος θα γίνει πρόταση για περαιτέρω εξεργασία με εναλλακτικές μεθόδους των ΧΥ με σκοπό την αύξηση της ακρίβειας του ολικού συστήματος. Ακολούθως σα γίνεται αναφορά για την σημασία και το όφελος της παρούσας πτυχιακής εργασίας για τον ίδιο τον συγγραφέα, για πιθανές μελλοντικές εφαρμογές και για το γενικότερο τομέα της έρευνας πάνω στο θέμα.

Τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα της πτυχιακής εργασίας, εξάχθηκαν αναλύοντας ένα σχετικά μικρό δείγμα από βίντεο σε κάθε έκφραση που εξετάζεται. Το γεγονός αυτό, καθιστά τα πιο πάνω αποτελέσματα μερικώς αναξιόπιστα καθώς η ακρίβεια της στατιστικής ανάλυσης περιορίζεται λόγω του μειούμενου αριθμού δειγμάτων που υπάρχουν. Για την επίλυση του προβλήματος αυτού προτείνεται σε μελλοντική εργασία να χρησιμοποιηθεί μεγαλύτερο δείγμα βίντεο προσώπων για κάθε έκφραση υπό εξέταση. Για την περίπτωση της προσέγγισης του συστήματος στην ανίχνευση υπόπτων εκφράσεων προτείνεται η υλοποίηση μιας βάσης δεδομένων που να εμπεριέχει εκφράσεις από ύποπτα πρόσωπα οπός βίντεο από υφιστάμενα συστήματα ασφάλειας τα οποία να παρέχουν σκηνές από περιστατικά λίγο πριν την εκτέλεση η κατά την εκτέλεση μιας εγκληματικής ενέργειας με εστίαση στο πρόσωπο του δράστη πράγμα που είναι πάρα πολύ δύσκολο να υλοποιηθεί.

Επίσης προτείνεται ως επιπρόσθετο μετρό σύγκρισης να χρησιμοποιηθεί δείγμα από άντρες και γυναίκες από όλες τις ηλικίες έτσι ώστε να μπορεί να ανιχνεύετε η έκφραση συμπεριλαμβάνοντας και την πληροφορία της γήρανσης του προσώπου έτσι ώστε να ελεγχθεί αν υπάρχει αύξηση της απόδοσης του συστήματος. Ακόμη μια παράμετρος που μπορεί να ληφθεί υπόψιν είναι η εξέταση των προσώπων κάτω από διαφορετικούς βαθμούς φωτεινότητας έτσι ώστε να εκλεχθεί κατά ποσό τα αποτελέσματα από την εξαγωγή των ΧΥ επηρεάζονται από την αλλαγή της φωτεινότητας. Επιπρόσθετα μπορείς σε μελλοντική εργασία να υλοποιούν βάσεις δεδομένων που να περιέχουν πρόσωπα ανθρώπων από διαφορετική εθνικότητα στη κάθε βάση δεδομένων. Αυτό μπορεί να δώσει την πληροφορία κατά πόσο τα ΧΥ επηρεάζονται από αλλαγές όπως η διαφορά του σχήματος του προσώπου του χρώματος του δέρματος και από άλλες διαφορές που μπορεί να έχουν άνθρωποι διαφορετικής εθνικότητας.

Προτείνεται επίσης η υλοποίηση ενός γρήγορου συστήματος AAM, και με τα προτεινόμενα ΧΥ που αναλυθήκαν στην παρούσα πτυχιακή εργασία να εκπαιδευτούν νευρωνικά δίκτυα έτσι



ώστε να μπορεί να εφαρμοσθή μια κάμερα και να δοκιμασθή το σύστημα σε διάφορα άτομα δίνοντας έτσι την ικανότητα να εφαρμοσθή το σύστημα σε διάφορους πολυσύχναστους χορούς οπός αεροδρόμια, σταθμούς τρένων, κέντρα διασκέδασης κ.α.

Τα οφέλη που αποκοιμιστικά από την παρούσα πτυχιακή εργασία όσον αφορά τον συγγραφέα είναι ότι αποκτήθηκε μεγάλη γνώση στο περιβάλλον εργασίας του λογισμικού Matlab. Αποκτήθηκε εμπειρία σε μεθόδους ανάλυσης εικόνας και βίντεο καθώς και μια ποικιλία από στατιστικές μεθόδους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μέτρα αποτίμησης για διάφορες μελλοντικές εργασίες. Το κυριότερο όφελος της εργασίας αυτής στον ερευνητικό τομέα είναι το γεγονός ότι δημιουργήθηκε ένας εναλλακτικός τρόπος αναγνώρισης εκφράσεων με στον οποίο μπορούν να βασιστούν διάφορες μελλοντικές μελέτες.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1]. P. Ekman and W. Friesen. *Unmasking the Face: A guide to recognizing emotions from facial clues*. Prentice-Hall. Inc. 1975.
- [2]. P. Ekman. *Emotion in the human face*. Cambridge University Press. 1982
- [3]. P. Ekman and W. Friesen. Felt. false. miserable smiles. *Journal of Nonverbal Behaviour*. 6(4):238–251. 1982
- [4]. W. H. Dittrich. Facial motion and the recognition of emotions. *Psychologische Beitrage* 33 366-377. 1991
- [5]. A.W. Young and V. Bruce. Perceptual categories and the computation of “grandmother”. In V. Bruce. editor. *Face Recognition*. volume 1 of 3. pages 5–
- [6]. Lawrence Erlbaum Associates. a special issue of the *European journal of cognitive psychology* edition. 1991.49
- [7]. D.W. Massaro and M.M. Cohen. Perception of synthesized audible and visible speech. *Psychological Science*. 1(1):55–63. January 1990. C. Benoit. T. Lallouache. T. Mohamedi. A. Tseva. and C. Abry. Nineteen (+- two) french visemes for visual speech synthesis. In *Proceedings of the ESCA Workshop on Speech Synthesis*. AuTRANS. 1990.
- [8]. Q. Summerfield. Lipreading and audio-visual speech perception. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. 335(1273):71–78. 1992.
- [9]. P. Ekman and W. Friesen. *Unmasking the Face: A guide to recognizing emotions from facial clues*. Prentice-Hall. Inc. 1975
- [10]. H. G. Wallbott and Klaus R. Scherer. Cues and channels in emotion recognition. *Journal of Personality and Social Psychology*. 51(4):690–699. 1986
- [11]. H. G. Wallbott. Bodily expression of emotion. *European Journal of Social Psychology*. 28:879–896. 1998
- [12]. S. Kshirsagar. T. Molet. N. Magnanthalmann. Principal components of expressive speech animation. In *Proc. Computer Graphics International*. IEEE Computer Society. pp. 38–44. 2001
- [13]. S. Marsella. W.L. Johnson. and K. LaBore. Interactive pedagogical drama. In *Proceedings of the 4th International Conference on Autonomous Agents*. Barcelona. Spain. June 2000.
- [14]. S. Marsella and J. Gratch. Modeling coping behaviour in virtual humans: Don’t worry. be happy. In *proceedings of the 2nd International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems*. Melbourne. Australia. 2003.
- [15]. T. Lebourque. S. Gibet. High level specification and control of communication gestures: The gessyca system. In *Proceedings of the Computer Animation 1999*. IEEE Computer Society. p. 24. 1999.
- [16]. J. Cassell. H. Vilhjálmsson. and T. Bickmore. BEAT: The behaviour expression animation toolkit. In Eugene Fiume. editor. *SIGGRAPH 2001*. Computer Graphics Proceedings. pages 477–486. ACM Press / ACM SIGGRAPH. 2001.
- [17]. C. Pelachaud. V. Carofiglio. B. De Carolis. and F. de Rosis. Embodied contextual agent in information delivering application. In *First International Joint Conference on Autonomous Agents & Multi-Agent Systems (AAMAS)*. Bologna. Italy. July 2002.
- [18]. I. Poggi. Mind markers. In Mueller and R. Posner. editors. *The Semantics and Pragmatics of Everyday Gestures*. Berlin Verlag Arno Spitz. Berlin. 2001.
- [19]. G. Ball and J. Breese. Emotion and personality in a conversational agent. In: S. Prevost. J. Cassell. J. Sullivan. E. and Churchill. (eds.). *Embodied Conversational*

- Characters. MIT Press. Cambridge. MA. 2000.
- [20]. J. Bates. The role of emotion in believable agents. *Communications of the ACM*. 37.7. 1994.
- [21]. J. Cassell. J. Bickmore. M. Billingham. L. Campbell. K. Chang. H. Vilhjalmsson. and H. Yan. Embodiment in conversational interfaces: Rea. CHI'99. Pittsburgh.PA. pp. 520-527. 1999.
- [22]. I. Poggi and C. Pelachaud. Emotional meaning and expression in animated faces. In: A. Paiva (Ed): *Affective Interactions*. Springer. New York. 2000.
- [23]. I. S. Pandzic and R. Forchheimer eds.. *MPEG-4 Facial Animation - The standard. implementations and applications*. John Wiley & Sons. Chichester. 2002.
- [24]. B. Krenn. M. Grice. P. Piwek. M. Schröder. M. Klesen. S. Baumann. H. Pirker. K. van Demeter. E. Gastrin: Generation of Multi-modal Dialogue for Net Environment. In *Proceedings of KONVENS-02*. 30 September - 2 October 2002. pp.91-98. Saarbrücken. Germany
- [25]. Σκόρδου. Ε.. 2011. Τρισδιάστατη απεικόνιση εκφράσεων προσώπου. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- [26]. Rafael C. González. Richard Eugene Woods (2007). *Digital Image Processing*. Prentice Hall. p. 85. ISBN 0-13-168728-X
- [27]. Ιωάννης. Π. *Αναγνώριση Εκφράσεων Προσώπου με χρήση Hidden Markov Models*. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. 2011
- [28]. Λαζαρίδου. Π.. 2008. *Αναγνώριση εκφράσεων με τη βοήθεια του μετασχηματισμού ICA*. Θεσσαλονίκη: ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ.
- [29]. Γραμματικάκη. Ι. *Αναγνώριση Εκφράσεων με Active Appearance Models*. Θεσσαλονίκη: ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ.
- [30]. Luetttin. J.. 1996. Visual speech recognition using active shape models and hidden Markov models. *IEEE*. 7-10 may. pp. 817 - 820 vol. 2 2007
- [31]. Sclaroff. S. *Computer Vision and Image Understanding*. February. p. 197–225. 2003.
- [32]. Shan. C.. 2006. Facial expression recognition based on Local Binary Patterns: *Image and Vision Computing*. 12 june. p. 803–816.
- [33]. Irene Kotsia and Ioannis Pitas.. Facial Expression Recognition in Image Sequences. *IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING*. 1 JANUARY. pp. 172-187. 2007.
- [34]. S.. P Automatic Facial Expression Recognition Using. *IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION FORENSICS AND SECURITY*. 1 Μάρτης. pp. 3-11. 2006
- [35]. Michel. P.. 2003. *Real Time Facial Expression Recognition in Video*. Vancouver: British Columbia.
- [36]. J. F. C. T. K. J. S. Z. A. Patrick Lucey, «The Extended Cohn-Kanade Dataset (CK+): A complete dataset for action unit,» 2010.
- [37]. Fay, Michael P.; Proschan, Michael A, "Wilcoxon–Mann–Whitney or t-test? On assumptions for hypothesis tests and multiple interpretations of decision rules". *Statistics Surveys* 4: pp. 1–39, 2010.
- [38]. Web link:  
[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CF%85%CE%BD%CF%84%CE%B5%CE%BB%CE%B5%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%82\\_%CF%83%CF%85%CF%83%CF%87%CE%AD%CF%84%CE%B9%CF%83%CE%B7%CF%82\\_spearman](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CF%85%CE%BD%CF%84%CE%B5%CE%BB%CE%B5%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%82_%CF%83%CF%85%CF%83%CF%87%CE%AD%CF%84%CE%B9%CF%83%CE%B7%CF%82_spearman)
- [39]. Web link:  
[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%AD%CF%83%CE%BF%CF%82\\_%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%AD%CF%83%CE%BF%CF%82_%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82)

[40]. Web link: [https://en.wikipedia.org/wiki/Standard\\_deviation](https://en.wikipedia.org/wiki/Standard_deviation).

[41]. Web link: [https://en.wikipedia.org/wiki/Interquartile\\_range](https://en.wikipedia.org/wiki/Interquartile_range)

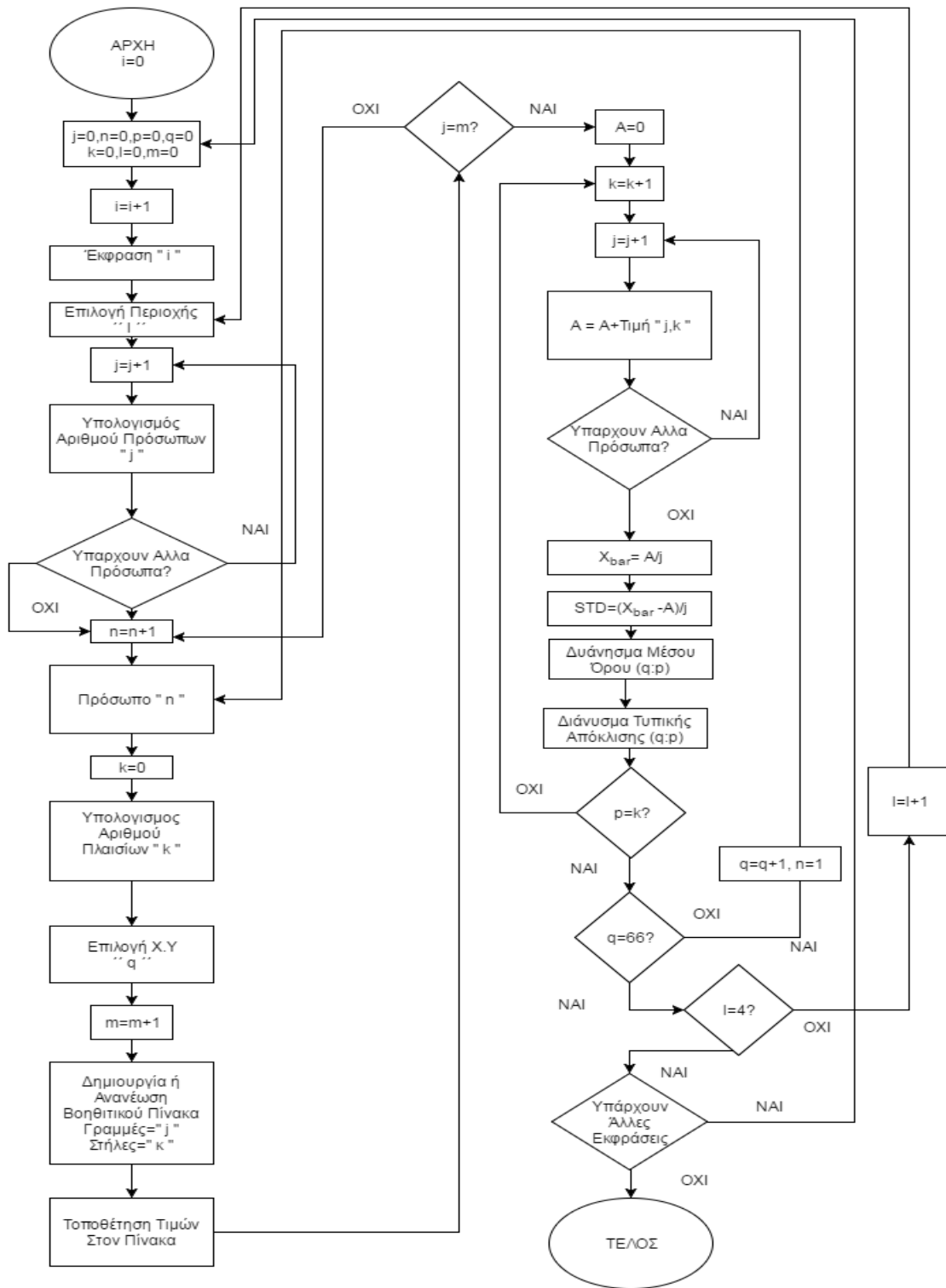
## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ**

### **Διαγράμματα ροής του προτεινόμενου συστήματος**

Στα πιο κάτω διαγράμματα ροής παρουσιάζονται αναλυτικά οι διαδικασίες που ακολουθήθηκαν για την εξαγωγή του μέσου ορού, των αποτελεσμάτων του p-value, των αποτελεσμάτων του r-value, και της τυπικής απόκλισης.

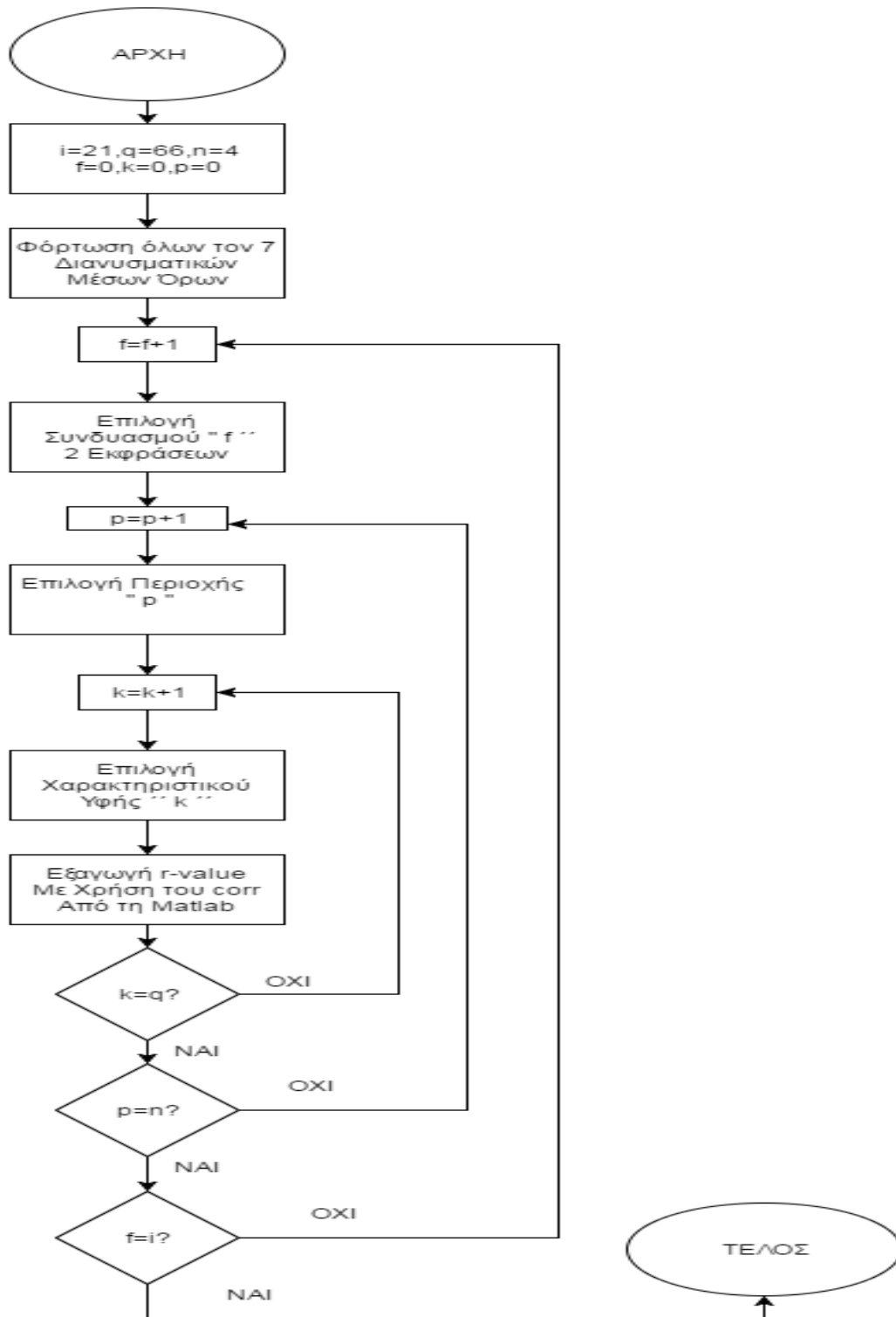
Στο Διάγρ. Π.1.1 παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία εξαγωγής μέσου όρου και της τυπικής απόκλισης από όλες τις περιοχές του προσώπου και για όλες τις εκφράσεις που εξετάζονται για κάθε χαρακτηριστικό υφής.

Διάγρ. Π.1.1: Διαδικασία εξαγωγής μέσου όρου και τυπικής απόκλισης



Στο Διάγρ. Π.1.2 παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία εξαγωγής r-value από όλες τις περιοχές του προσώπου και για όλες τις εκφράσεις που εξετάζονται για κάθε χαρακτηριστικό υφής. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για όλους τους συνδυασμούς εκφράσεων.

Διάγρ. Π.1.2: Διαδικασία εξαγωγής r-value



Στο Διάγρ. Π.1.2 παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία εξαγωγής p-value από όλες τις περιοχές του προσώπου και για όλες τις εκφράσεις που εξετάζονται για κάθε χαρακτηριστικό υφής. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για όλους τους συνδυασμούς εκφράσεων.

Διάγρ. Π.1.3 Διαδικασία εξαγωγής p-value

