



Πανεπιστήμιο Πειραιώς – Τμήμα Πληροφορικής

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Πληροφορική»

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος Διατριβής	Ανάπτυξη Εφαρμογής με εικόνες Συναισθηματικής Αλληλεπίδρασης - Application Development with Images of Emotional Interaction
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	Μπουγιούκου Βικτώρια
Πατρώνυμο	Νικόλαος
Αριθμός Μητρώου	ΜΠΠΛ/ 08046
Επιβλέπων	Καθηγήτρια Μαρία Βίρβου

Ημερομηνία Παράδοσης **Απρίλιος 2013**

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

(υπογραφή)

(υπογραφή)

(υπογραφή)

Μαρία Βίβου
Καθηγήτρια

Γεώργιος Α. Τσιχριντζής
Καθηγητής

Ευάγγελος Φούντας
Καθηγητής

Περίληψη

Λόγω της αυξανόμενης μελέτης στα ανθρώπινα συναισθήματα τα τελευταία χρόνια γίνεται αντιληπτή η μεγάλη σημασία της επίγνωσης τους σε πολλούς επιστημονικούς τομείς. Αναπτύχθηκαν πολλές θεωρίες συναισθημάτων, κάποιες που θεωρούν τα συναισθήματα διακριτές καταστάσεις και άλλες που τα τοποθετούν πάνω σε άξονες, τονίζοντας έτσι την συσχέτιση που υπάρχει ανάμεσα τους. Ο σημαντικότερος ερευνητής των συναισθημάτων είναι ο Ekman, σύμφωνα με τον οποίο υπάρχουν έξι βασικά συναισθήματα που εμφανίζονται σε όλους του ανθρώπους και εκφράζονται με τις ίδιες εκφράσεις του προσώπου. Η θεωρία των συναισθημάτων ωστόσο δεν θα μπορούσε να λείπει από την επιστήμη της Πληροφορικής και πιο συγκεκριμένα από την επικοινωνία ανθρώπου-μηχανής. Έτσι, ένα νέο πεδίο δημιουργείται, αυτό της Συναισθηματικής Υπολογιστικής (Affective Computing). Βασική επιδίωξη του χώρου της συναισθηματικής υπολογιστικής είναι η ανάπτυξη ολοκληρωμένων μηχανών, ικανών αφενός να αναγνωρίζουν παραμέτρους της συναισθηματικής κατάστασης του χρήστη τους, και αφετέρου, να αναπροσαρμόζουν το πεδίο της αλληλεπίδρασης κατάλληλα. Στο πλαίσιο αυτό, η αυτόματη αναγνώριση ανθρώπινων συναισθημάτων από υπολογιστή αποτελεί σημαντική πρόκληση ως πολύπλοκο πρόβλημα, η επίλυση του οποίου δύναται να συμβάλει αποφασιστικά, τόσο στη βελτίωση της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή, όσο και στη βελτίωση της ποιότητας της ζωής του ανθρώπου γενικότερα. Η παρούσα εργασία προσεγγίζει ζητήματα ορισμού, κατανόησης και αναπαράστασης συναισθηματικών επεισοδίων από τη σκοπιά των θεωρητικών επιστημών και κυρίως της ψυχολογίας, πραγματεύεται κάποιες από τις βασικές τεχνικές που χρησιμοποιεί ο υπολογιστής για να ανακτήσει πληροφορίες σχετικά με τη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη μέσω των εκφράσεων του προσώπου και προσεγγίζει το θέμα της εμπύχωσης εικονικών χαρακτήρων, δίνοντας ιδιαίτερη βαρύτητα στα συνθετικά πρόσωπα του MPEG-4 και τις παραμέτρους κίνησης του προσώπου, τα λεγόμενα FAPs (Facial Animation Parameters). Τέλος, γίνεται μία περιγραφή της εφαρμογής Delphi που αναπτύχθηκε, η οποία αφορά στην κατανόηση και αναγνώριση των βασικών συναισθημάτων από τα παιδιά του αυτιστικού φάσματος.

Abstract

Due to the growing study of the human emotions in recent years, is perceived the great importance in many scientific fields. Many theories of emotions have developed some of them consider the emotions distinct states and others place them on pillars, emphasizing the association that exists between them. The major researcher of emotions is Ekman, according to him there are six basic emotions which occur all people and expressed with the same facial expressions. However, the theory of emotions could not miss from Computer Science and particularly from the human-machine communication. So, a new field has created, Affective Computing. The development of future systems, capable to understand human affective states and respond to emotional changes is the key aim of Affective Computing. In this context, Automatic Affect Recognition is a major challenge, yet at the same time, a significantly complex problem. Solutions to this problem can lead to advances in human-computer interaction, and may as well lead to improvement of the quality of life. The present work addresses issues defining, understanding and representation of emotional episodes from the standpoint of theoretical sciences and especially psychology, discusses some of the basic techniques used by the computer to retrieve information about the user's emotional state through facial expressions and approaches the subject of animation of virtual characters with special emphasis on synthetic faces of MPEG-4 and motion parameters of the face, called FAPs (Facial Animation Parameters). Finally, there is a description of Delphi developed application, which concerns the understanding and recognition of basic emotions of children on the autism spectrum.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΣΥΝΑΙΣΘΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΚΦΡΑΣΕΙΣ ΠΡΟΣΩΠΟΥ

1.1 Εισαγωγή.....	6
1.2 Τα συναισθήματα στη ζωή μας.....	6
1.3 Ορισμός του συναισθήματος.....	7
1.4 Επιστημονική μελέτη του συναισθήματος.....	9
1.5 Πρόσωπα και φυσιολογία συναισθήματος.....	9
1.6 Κατηγοριοποίηση συναισθημάτων.....	10
1.7 Βασικές εκφράσεις προσώπου.....	12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΘΕΩΡΙΕΣ ΣΥΝΑΙΣΘΗΜΑΤΩΝ

2.1 Βασικότερες κατηγορίες θεωριών συναισθημάτων.....	16
2.2 Περιφερικές θεωρίες συναισθήματος.....	17
2.2.1 Θεωρία James-Lange.....	17
2.3 Κεντρικές θεωρίες συναισθήματος.....	18
2.3.1 Θεωρία Cannon-Bard.....	18
2.4 Εξελικτικές θεωρίες συναισθήματος.....	21
2.4.1 Θεωρία του Δαρβίνου.....	21
2.4.2 Θεωρία των Βασικών Συναισθημάτων του Paul Ekman.....	21
2.4.3 Διαστατικές αναπαραστάσεις.....	22
2.4.4 Τροχός συναισθημάτων Whissel.....	22
2.4.5 Τροχός συναισθημάτων του Plutchik.....	24
2.4.6 Αναπαράσταση PAD.....	28
2.5 Θεωρία Schachter-Singer.....	29
2.6 Μοντέλα Γνωστικής Αξιολόγησης.....	30
2.6.1 Θεωρία Ortony, Clore & Collins.....	30
2.6.2 Θεωρία Αξιολόγησης Scherer.....	31
2.7 Θεωρία Βασικής Συγκίνησης (core affect).....	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΣΥΝΑΙΣΘΗΜΑΤΙΚΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ

3.1 Εννοιολογικός ορισμός.....	33
3.2 Εργασίες στη Συναισθηματική Υπολογιστική.....	33
3.3 Υπολογιστικά Μοντέλα.....	36

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΕΚΦΡΑΣΕΩΝ

4.1 Αναγνώριση εκφράσεων.....	38
4.2 Η αποκωδικοποίηση του προσώπου.....	38
4.3 Τεχνικές αναγνώρισης εκφράσεων προσώπου.....	39
4.3.1 Στατικές προσεγγίσεις.....	39
4.3.2 Δυναμικές προσεγγίσεις.....	39
4.4 Στάδια ανίχνευσης εκφράσεων προσώπου.....	41
4.5 Διανυσματική αναπαράσταση των εικόνων του προσώπου.....	44
4.6 Μέθοδοι εξαγωγής χαρακτηριστικών.....	44
4.6.1 Χρήση κυματιδίων τύπου Haar ενός μόνο χαρακτηριστικού (Viola&Jones).....	45

4.6.2 Επιλογή χαρακτηριστικών με τον αλγόριθμο AdaBoost.....	45
4.6.3 Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (PCA).....	45
4.6.4 Ο Μετασχηματισμός Karhunen-Loeve -KLT)	46
4.6.5 Ανάλυση Ανεξάρτητων Συνιστωσών (ICA).....	46
4.6.6 Ανίχνευση προσώπων με την OpenCV.....	46
4.7 Βιβλιογραφική έρευνα.....	47
4.8 Βάσεις Δεδομένων.....	49
4.8.1 Η Βάση Ekman (FACSAID).....	51
4.8.2 MMI Facial Expression Database.....	52
4.8.3 Η βιβλιοθήκη OpenCV.....	52
4.8.4 BV-3DFE	53
4.8.5 BU-4DFE (3D+time).....	53
4.9 Εφαρμογές	55
4.10 Παραδείγματα συστημάτων αναγνώρισης συναισθηματικής συμπεριφοράς	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΚΦΡΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΕ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ	
5.1 Μοντέλο Ortony, Clore και Collins	61
5.2 Βασικές τεχνικές εμπύχωσης εκφράσεων προσώπου.....	64
5.2.1 FACS.....	65
5.2.2 MPEG-4.....	67
5.3 Παράμετροι εμπύχωσης προσώπου (Facial Animation Parameters – FAPs).....	68
5.3.1 Καθορισμός και εμπύχωση προσώπου με τις παραμέτρους εμπύχωσης προσώπου (FAPs).....	68
5.3.2 Μοντέλο προσώπου σε κατάσταση ηρεμίας.....	70
5.4 Ομάδα παραμέτρων καθορισμού προσώπου (Facial Definition Parameter Set – FDP).....	74
5.5 Μοντέλο προσώπου.....	75
5.6 Συναισθηματική Υπολογιστική και ηλεκτρονικά παιχνίδια.....	75
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΤΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΓΙΑ ΠΑΙΔΙΑ ΤΟΥ ΑΥΤΙΣΤΙΚΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ.....	
6.1 Η χρησιμότητα του προγράμματος.....	78
6.2 Η εφαρμογή Delphi.....	78
6.3 Εικόνες JPEG.....	78
6.3.1 Η περιγραφή των εικόνων.....	79
6.4 Διεπαφή χρήστη.....	80
6.5 Επικοινωνία της εφαρμογής μας με βάση δεδομένων Access.....	82
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7	
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	92
Βιβλιογραφία.....	94
Web site.....	95

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΣΥΝΑΙΣΘΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΚΦΡΑΣΕΙΣ ΠΡΟΣΩΠΟΥ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια έχει παρουσιαστεί μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον για την βελτίωση όλων των πτυχών αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή. Για να επιτευχθεί όμως μια αποτελεσματική και ευφυής αλληλεπίδραση είναι αναγκαίο να μπορεί ο υπολογιστής να αλληλεπιδρά φυσικά με τον χρήστη με έναν τρόπο παρόμοιο με αυτόν που αλληλεπιδρούν οι άνθρωποι μεταξύ τους.

Οι εκφράσεις προσώπου αποτελούν το πιο αντιπροσωπευτικό παράδειγμα μη λεκτικής επικοινωνίας. Έχουν την ιδιότητα να μεταφέρουν πληροφορίες που αφορούν στην ψυχολογική κατάσταση, στις προθέσεις και στην προσωπικότητα του ατόμου κάτι που τις καθιστά πρωτεύον μέσο επικοινωνίας μεταξύ των ανθρώπων. Μια κύρια ιδιότητα των εκφράσεων προσώπου είναι η υψηλή συσχέτιση τους με τα ανθρώπινα συναισθήματα καθώς είναι σχετικά εύκολο να βγάλει κάποιος συμπεράσματα για την συναισθηματική κατάσταση ενός ατόμου παρατηρώντας τις εκφράσεις του προσώπου του και την εξέλιξη τους.

Ωστόσο, παρά την ευκολία με την οποία μπορεί ο άνθρωπος να αναγνωρίσει εκφράσεις προσώπου και να βγάλει συμπεράσματα για αυτές, ο υπολογιστής αντιμετωπίζει αρκετές δυσκολίες. Στο πρώτο κεφάλαιο δίνονται στοιχεία για το συναισθηματικό γενικότερα και ειδικότερα για τις έξι βασικές εκφράσεις, ορίζεται η έννοια του συναισθήματος και γίνεται μία κατηγοριοποίηση των συναισθημάτων. Το δεύτερο κεφάλαιο προσεγγίζει ζητήματα ορισμού, κατανόησης και αναπαράστασης συναισθηματικών επεισοδίων από τη σκοπιά των θεωρητικών επιστημών και κυρίως της ψυχολογίας. Στο τρίτο κεφάλαιο πραγματοποιείται μια επισκόπηση του ερευνητικού χώρου επικοινωνίας-μηχανής (συναισθηματική υπολογιστική/affective computing) και γίνεται μία αναφορά στα κυριότερα υπολογιστικά μοντέλα συναισθημάτων. Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μία ανάλυση της αναγνώρισης συναισθημάτων μέσω των εκφράσεων του προσώπου και αναφέρονται κάποιες από τις βασικές τεχνικές που χρησιμοποιεί ο υπολογιστής για να ανακτήσει πληροφορίες σχετικά με τη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη μέσω των εκφράσεων του προσώπου. Επίσης γίνεται μία αναφορά στις πιο γνωστές βάσεις δεδομένων και στα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχει μία βάση ώστε να καλύψει πολλών ειδών μελέτες. Το πέμπτο κεφάλαιο περιέχει πληροφορίες σχετικά με το διεθνές πρότυπο MPEG-4, που είναι πρότυπο για την κωδικοποίηση και συμπίεση φυσικού και συνθετικού οπτικοακουστικού περιεχομένου με βάση τα αντικείμενα. Η βαρύτητα δίνεται στα συνθετικά πρόσωπα του MPEG-4 και τις παραμέτρους κίνησης του προσώπου, τα λεγόμενα FAPs (Facial Animation Parameters). Στο έκτο κεφάλαιο περιγράφεται η υλοποίηση μίας εφαρμογής Delphi, η οποία δημιουργήθηκε με σκοπό να βοηθήσει τα παιδιά του αυτιστικού φάσματος στην αναγνώριση των έξι βασικών συναισθημάτων και παραλλαγών τους.

1.2 Τα συναισθήματα στη ζωή μας

Οι εκφράσεις προσώπου αποτελούν το πιο αντιπροσωπευτικό παράδειγμα μη λεκτικής επικοινωνίας. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, μια κύρια ιδιότητα των εκφράσεων προσώπου είναι η υψηλή συσχέτιση με τους με τα ανθρώπινα συναισθήματα καθώς είναι σχετικά εύκολο να βγάλει κάποιος συμπεράσματα για την συναισθηματική κατάσταση ενός ατόμου παρατηρώντας τις εκφράσεις του προσώπου του και την εξέλιξη τους.

Ο Κάρολος Δαρβίνος ήταν ένας απ' τους πρώτους επιστήμονες που επισήμαναν ότι οι εκφράσεις του προσώπου είναι ένα από τα ισχυρά μέσα με τα οποία οι άνθρωποι εξωτερικεύουν τα συναισθήματα τους, τις προθέσεις τους και τις απόψεις τους ο ένας στον άλλον. Εκτός από πληροφορίες όμως που αφορούν τη συναισθηματική κατάσταση του

ανθρώπου, οι εκφράσεις του προσώπου παρέχουν και πληροφορίες για την νοητική του κατάσταση, όπως για τον εάν κατακλύζεται από ενδιαφέρον, πλήξη, σύγχυση ή άγχη, αλλά και εναλλακτικά μηνύματα με πληροφορίες για την έμφαση στο λόγο και τη σύνταξη. Οι εκφράσεις αποτελούν ζωτικό μέρος της ύπαρξης μας και το γεγονός ότι αντιλαμβανόμαστε τα συναισθήματα των άλλων ανθρώπων και γνωρίζουμε πώς να αντιδράσουμε στις εκφράσεις τους ενισχύει ακόμη περισσότερο την ανθρώπινη αλληλεπίδραση. Ωστόσο οι υπολογιστές, από την άλλη πλευρά, βρίσκονται ακόμη υπό «συναισθηματική πρόκληση» καθώς ούτε αναγνωρίζουν τα συναισθήματα του χρήστη ούτε και διαθέτουν δικά τους. Ο Δαρβίνος με την εργασία του (Darwin 1872) εισήγαγε την εξελικτική θεωρία για τα συναισθήματα. Σύμφωνα με αυτήν, τα συναισθήματα εξελίχτηκαν μέσω φυσικής επιλογής, και γι' αυτό το λόγο αναγνωρίζονται καθολικά και διαπολιτισμικά. Η απόδειξη της καθολικότητας των συναισθημάτων έγινε κυρίως από τον Paul Ekman (Ekman et al 1969, Ekman και Friesen 1998), ο οποίος διεξήγαγε πειράματα στις εκφράσεις προσώπου σε απομακρυσμένες φυλές στα μέσα του προηγούμενου αιώνα.

Το συναίσθημα συχνά παίζει καθοριστικό ρόλο στον τρόπο με τον οποίο θα ληφθεί μια απόφαση και είναι άμεσα συνδεδεμένο με τη λογική σκέψη. Είναι γνωστό για παράδειγμα, ότι η λήψη μιας λογικής απόφασης για ένα καθημερινό πρόβλημα, βασίζεται στις εμπειρίες που έχουν αποκτηθεί από το άτομο και το αν θα είναι και η πιο 'λογική', θα κριθεί απ' αυτό ακριβώς το συναίσθημα.

Η εργασία του Damasio έρχεται να αποδείξει με την σειρά της, ότι η μη εμπλοκή συναισθημάτων στην λήψη αποφάσεων, μπορεί να οδηγήσει σε πλήρη αναποφασιστικότητα. Όπως αναφέρει, ασθενείς του που έπασχαν από δυσλειτουργία του μετωπικού λοβού η οποία επηρέαζε μέρος του φλοιού που επικοινωνεί με το επιχείλιο σύστημα, εμφανίζονται έξυπνοι μεν αλλά και ασυνήθιστα 'λογικοί', αφού έδειχναν αδυναμία να ενσωματώσουν το συναίσθημα στις αποφάσεις τους. Σύμφωνα με τον Damasio, οι συγκεκριμένοι ασθενείς, παρατηρήθηκε ότι υπέφεραν από έλλειψη της ικανότητας να λαμβάνουν μια οποιαδήποτε απόφαση. Ακόμα και σε πολύ απλές περιπτώσεις, όπου ένας υγιής άνθρωπος θα κατέληγε πολύ γρήγορα σε μια απόφαση, οι ασθενείς αυτοί μπορούσαν να περνάνε και ώρες ολόκληρες χωρίς να έχουν καταλήξει σε κάποια απόφαση.

Οι περισσότεροι μεγάλοι φιλόσοφοι από την αρχαιότητα έως σήμερα έχουν διατυπώσει θεωρίες σχετικά με τα συναισθήματα. Ο Πλάτων, ο Αριστοτέλης, και μεταγενέστερα οι Descartes, Spinoza, Hume, Kant μεταξύ πολλών άλλων, διατύπωσαν τις απόψεις τους υπογραμμίζοντας με τον τρόπο αυτό την σημασία των ανθρώπινων συναισθημάτων.

Τα τελευταία χρόνια η μελέτη των συναισθημάτων έχει επανέλθει στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος της ψυχολογίας, της φιλοσοφίας και των άλλων γνωσιακών επιστημών. Η γνώση για το συναίσθημα έχει ενδιαφέρον και για περισσότερο πρακτικές επιστήμες όπως οι οικονομικές επιστήμες, η τεχνολογία υπολογιστών και η συναισθηματική υπολογιστική στην επικοινωνία ανθρώπου-μηχανής.

Όλα τα παραπάνω, καθιστούν σαφές ότι προκειμένου να έχουμε υπολογιστές αυτόνομους, πραγματικά αποτελεσματικούς στη λήψη αποφάσεων αλλά και φιλικούς προς το χρήστη, είναι απαραίτητη η ανάπτυξη μηχανισμών που θα προσομοιάζουν το ανθρώπινο συναίσθημα και θα κάνουν τον υπολογιστή, τόσο να αντιλαμβάνεται, με τον τρόπο του, τα συναισθήματα του χρήστη όσο και να εκφράζει ο ίδιος κάποια συναισθήματα.

Στη συνέχεια εξετάζουμε κάποιες από τις βασικότερες θεωρίες συναισθημάτων που έχουν διατυπωθεί τους τελευταίους δύο αιώνες.

1.3 Ορισμός του συναισθήματος

Ο ορισμός του συναισθήματος είναι πολύ δύσκολος διότι το συναίσθημα ως έννοια μπορεί να πάρει πολλές διαστάσεις. Σε γενικές γραμμές ωστόσο θα λέγαμε πως ορίζεται ως μια έντονη ψυχοσωματική εμπειρία που αφήνει στο άτομο κάποια θετική ή αρνητική διάθεση. Αυτή η ψυχοσωματική εμπειρία μπορεί να προκληθεί τόσο από εξωτερικούς προς το άτομο παράγοντες (π.χ. το αίσθημα του φόβου όπου η αιτία του συναισθήματος είναι ένα φοβικό αντικείμενο) όσο και από εσωτερικούς (π.χ. το αίσθημα του άγχους όπου το άτομο παρουσιάζει

φοβική αντίδραση αλλά για μια δυσάρεστη κατάσταση που σκέφτεται ότι ίσως βρεθεί στο μέλλον).

Στο πεδίο της ψυχολογίας, παρ' όλη την αναγνώριση της σπουδαιότητας του συναισθήματος για την ανθρώπινη εμπειρία, που αποδεικνύεται μέσα από τα γραπτά των ιδρυτών της ψυχολογίας Wundt και James, η έρευνα και η θεωρία για το συναίσθημα στην παραδοσιακή ψυχολογία είναι εντυπωσιακά περιορισμένη (Waters, 1992). Το συναίσθημα εμφανίζεται αρχικά στο λεξιλόγιο της πειραματικής ψυχολογίας. Η στροφή αυτή της επιστήμης ευνοήθηκε από τις εξελίξεις της βιολογίας, της νευροψυχολογίας, νευροφυσιολογίας, ψυχιατρικής, ψυχανάλυσης και άλλων επιστημονικών κλάδων, πράγμα που οδήγησε στην τάση για διεπιστημονική προσέγγιση και έρευνα των συναισθημάτων.

Οι εξελίξεις στο χώρο της ψυχολογίας των συναισθημάτων προέρχονται κυρίως από τη θεωρία της μάθησης. Σύμφωνα λοιπόν με τη θεωρία της Κλασσικής Εξαρτημένης Αντίδρασης, το συναίσθημα ορίζεται ως ένα σύνολο από οργανικές καταστάσεις οι οποίες παράγονται από την ενίσχυση κάποιων γεγονότων ή κάποιων ανακλαστικών συναισθημάτων.

Ο Lazarus(1993) υποστηρίζει ότι δεν έχει υπάρξει ένας ορισμός αποδεκτός από όλους για το τι είναι ακριβώς το συναίσθημα. Επιπλέον, όσο εξελίσσεται η έρευνα για το συναίσθημα, τόσο εξελίσσονται και οι υπάρχοντες ορισμοί του συναισθήματος.

Στη συνέχεια παρατίθενται κάποιοι αντιπροσωπευτικοί ορισμοί για το συναίσθημα, και απεικονίζεται με αυτό τον τρόπο η πολυπλοκότητα της εξεταζόμενης περιοχής.

Ο William James(1890) μελέτησε και όρισε το συναίσθημα ως τη συναίσθηση των σωματικών αλλαγών που βιώνει το άτομο.

Ο James Mark Baldwin(1901) διατυπώνει τον παρακάτω ορισμό για το συναίσθημα: *«Είναι μια συνολική κατάσταση της συνείδησης που θεωρείται ως ανάμειξη ενός διακριτικού συναισθηματικού τόνου και μιας χαρακτηριστικής τάσης για δράση η οποία εγείρεται από μια ορισμένη κατάσταση που είτε γίνεται αντιληπτή είτε αντιπροσωπεύεται με κάποιο ιδανικό τρόπο».*(Baldwin, 1901, σελ.34)

Ο Tompkins(1962) ορίζει τα συναισθήματα ως θεμελιώδη προσαρμοστικά μέσα όπως είναι τα αντανάκλαστικά, οι ορμές και τα ένστικτα. Η κύρια διαφορά είναι ότι η συμπεριφορά όλων των ζώων ρυθμίζεται συνήθως από τα αντανάκλαστικά, τις ορμές και τα ένστικτα, ενώ η συμπεριφορά των ανθρώπων συνήθως ρυθμίζεται από τα συναισθήματα.

Ο Ekman και Izard(1984) υποστηρίζουν ότι το συναίσθημα είναι ένα σύνολο νευρολογικών διαδικασιών, που προκαλούν περιφερικές διεργασίες, οι οποίες πιθανόν να οδηγήσουν σε εμφανείς συναισθηματικές εκφράσεις, αλλά πάντα οδηγούν σε ένα μοναδικό συνειδητό βίωμα, το οποίο άλλοτε είναι προσβάσιμο από γνωστικές διεργασίες και από το λεκτικό σύστημα και άλλοτε όχι.

Σύμφωνα με τον ορισμό του Frijda για το συναίσθημα, όπως αναφέρεται από τους Oatley και Jenkins [1]:

- *« Ένα συναίσθημα προκαλείται συνήθως από ένα άτομο που συνειδητά ή ασυνείδητα, αξιολογεί ένα γεγονός ως σχετικό με κάποιο στόχο που θεωρεί σημαντικό. Το συναίσθημα θεωρείται θετικό όταν ο στόχος προωθείται και αρνητικό όταν ο στόχος παρεμποδίζεται»*
- *« Ο πυρήνας ενός συναισθήματος είναι η ετοιμότητα για δράση και η προώθηση κάποιων σχεδίων. Ένα συναίσθημα δίνει προτεραιότητα σε μία ή σε κάποιες μορφές δράσης στις οποίες αποδίδει μία αίσθηση αμεσότητας, ώστε να μπορεί να διακόψει ή να ανταγωνιστεί εναλλακτικές ψυχικές διεργασίες ή ενέργειες. Διαφορετικοί τύποι ετοιμότητας, δημιουργούν διαφορετικά περιθώρια σχέσεων με τους άλλους»*
- *« Ένα συναίσθημα συνήθως βιώνεται ως ένας διακριτός τύπος ψυχικής κατάστασης, μερικές φορές συνοδευόμενη ή ακολουθούμενη από σωματικές αλλαγές, εκφράσεις, πράξεις».*

Σύμφωνα με τον Plutchik (1993), τα συναισθήματα διαθέτουν κάποιες προσαρμοστικές λειτουργίες για το άτομο. Προκύπτουν από διάφορες πηγές στοιχείων. Έχουν τις βάσεις τους σε συγκεκριμένες γνώσεις και αποκαλύπτουν κάτι από τη συμπεριφορά και τα κίνητρα του ατόμου.

ο Σύμφωνα με τη θεωρία της Fredrickson (1998, 2001), το συναίσθημα ορίζεται ως ένας πολυεπίπεδος τρόπος αντίδρασης του οργανισμού στις διάφορες μεταβολές του περιβάλλοντος. Τα διαφορετικά επίπεδα όπου εκδηλώνεται αυτή η αντίδραση είναι π.χ. φυσιολογικό, εκφραστικό, γνωσιακό, φυσιολογικό, νευρολογικό κ.α.

Από το γλωσσάρι της APA (American Psychological Association – Αμερικάνικη Ψυχολογική Εταιρεία) το συναίσθημα ορίζεται σε ελληνική απόδοση ως: «*ένα περίπλοκο σύνολο αλλαγών που περιλαμβάνει τη σωματική διέγερση, τη συγκίνηση, γνωστικές διεργασίες καθώς και συμπεριφορικές αντιδράσεις. Οι προαναφερθείσες αλλαγές πραγματοποιούνται ως απόκριση σε μια κατάσταση την οποία το άτομο αντιλαμβάνεται ως σημαντική για εκείνο*». [2]

1.4 Επιστημονική μελέτη του συναισθήματος

Το συναίσθημα αποτελεί την βάση πολλών μελετών από διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους, ιδιαίτερα τις τελευταίες δεκαετίες. Οι Ανθρωπιστικές επιστήμες μελετούν τον ρόλο των συναισθημάτων σε νοητικές διαδικασίες, διαταραχές και τους νευρωνικούς μηχανισμούς τους. Στην Ψυχιατρική τα συναισθήματα μελετώνται ως μέρος του τρόπου λειτουργίας και της θεραπείας νοητικών διαταραχών. Η ψυχολογία τα αντιμετωπίζει ως νοητικές διεργασίες και συμπεριφορές, εξετάζοντας τις φυσιολογικές και νευρολογικές διαταραχές. Στις Νευροεπιστήμες, μελετώνται οι νευρωνικοί μηχανισμοί του συναισθήματος σε συνδυασμό με τη μελέτη της προσωπικότητας, του συναισθήματος και της διάθεσης. Στη Γλωσσολογία, η έκφραση του συναισθήματος ενδέχεται να αλλάξει με την ένταση και τη χροιά του ήχου. Στην Εκπαίδευση, μελετάται ο ρόλος των συναισθημάτων σε σχέση με τη μάθηση. Στην Κοινωνιολογία, εξετάζεται ο ρόλος των συναισθημάτων στην ανθρώπινη κοινωνία, στα κοινωνικά πρότυπα και στον πολιτισμό ενώ στην Ανθρωπολογία, ο ρόλος των συναισθημάτων στις ανθρώπινες δραστηριότητες. Στις Οικονομικές Επιστήμες, τα συναισθήματα μελετώνται για την επίδραση τους σε αποφάσεις αγοράς προϊόντων καθώς και για την εκτίμηση ρίσκου. Στην Εγκληματολογία, μελετάται η επιθετική συμπεριφορά, η ψυχοσύνθεση και οι συναισθηματικές αντιδράσεις του υπόπτου. Η συναισθηματική κατάσταση μελετάται ενδελεχώς και στις Νομικές Επιστήμες, για παράδειγμα κατά τη διάρκεια μιας δίκης, ενώ στις Πολιτικές Επιστήμες μελετάται η συναισθηματική κατάσταση κατά τη διάρκεια λήψης της τελικής προτίμησης των ψηφοφόρων, όπως στην προβολή του φόβου σε ενδεχόμενο τρομοκρατικό χτύπημα.

Στην Επιστήμη των Υπολογιστών, μελετάται ο τρόπος με τον οποίο είναι δυνατόν να μοντελοποιηθούν τα συναισθήματα, ώστε να προσομοιωθούν από τα μηχανήματα. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής ο οποίος μπορεί να αναγνωρίσει και να εκφράσει το συναίσθημα, είναι πραγματικά 'προσωπικός' και αληθινά 'φιλικός' προς τον χρήστη. Η συναισθηματική υπολογιστική (Affective Computing) είναι ο κλάδος της Τεχνητής Νοημοσύνης που ασχολείται με το σχεδιασμό συστημάτων και συσκευών που μπορούν να αναγνωρίσουν, ερμηνεύσουν και επεξεργαστούν ανθρώπινες συγκινήσεις και καθιερώθηκε από το ομώνυμο άρθρο της Rosalind Picard (Picard, 1997). Προκειμένου μια μηχανή να αντιδράσει έξυπνα στα συναισθήματα του χρήστη πρέπει πρώτα να μπορεί να τον παρατηρεί, στη συνέχεια να ερμηνεύει τα δεδομένα της παρατήρησης, να τα συγκεντρώνει και να βγάζει συμπεράσματα με βάθος χρόνου και τέλος να έχει τη δυνατότητα να αντιδρά με τρόπο που να αρμόζει στην κάθε περίπτωση. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί η αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής να κρατάει το ενδιαφέρον του χρήστη σε υψηλά επίπεδα και να κάνει την εμπειρία αξιολημμένη, πιο κοντά στην ανθρώπινη λογική, πιο ικανοποιητική και τελικά πιο αποτελεσματική. Στο κεφάλαιο 3 αναλύεται περαιτέρω η έννοια της συναισθηματικής υπολογιστικής.

1.5 Πρόσωπα και φυσιολογία συναισθημάτων

Η επιστήμη της νευροβιολογίας μας προσφέρει σημαντικό υλικό για την ανακάλυψη συναισθημάτων που προέρχονται από το πρόσωπο. Είναι γνωστό ότι το δεξί κροταφικό σημείο του ανθρώπου περιλαμβάνει έναν τομέα που έχει πολύ μεγάλη ευαισθησία σε ότι αφορά το

πρόσωπο. Φθορά της συγκεκριμένης περιοχής μπορεί να οδηγήσει στο φαινόμενο της προσωπαγωγίας, δηλαδή στην ανικανότητα να αναγνωρίζονται πρόσωπα[4]. Πιο συγκεκριμένος εντοπισμός των περιοχών που βρίσκονται στον ανθρώπινο εγκέφαλο και έχουν σχέση με το πρόσωπο, πραγματοποιείται με τη χρήση απεικόνισης εγκεφάλου. Αυτό το συγκεκριμένο στοιχείο υποδεικνύει ότι υπάρχουν συγκεκριμένοι χώροι στις ινιακές και κροταφικές περιοχές οι οποίες υπερδραστηριοποιούνται κατά τη διάρκεια της κίνησης του προσώπου. Η ανάπτυξη τεχνικών απεικόνισης του εγκεφάλου έχει συμβάλει τα μέγιστα στη μελέτη των εμπλεκόμενων με το συναίσθημα περιοχών του εγκεφάλου.

Οι εκφράσεις προσώπου μπορούν να μετρηθούν με την ανάλυση εμφανών αλλαγών στη μυϊκή δραστηριότητα του προσώπου χρησιμοποιώντας ειδικά συστήματα[5]. Όμως η μυϊκή δραστηριότητα του προσώπου μπορεί να είναι τόσο μικρή σε μέγεθος που είναι δύσκολο να εντοπιστεί. Με τη μέτρηση της ηλεκτρικής δραστηριότητας των μυών του προσώπου ακόμη και η μη παρατηρήσιμες μυϊκές δραστηριότητες μπορούν να μετρηθούν[6],[7]. Το ηλεκτρομυογράφημα είναι μία μέθοδος που μετρά την ηλεκτρική δραστηριότητα ενός μυός είτε κατευθείαν από το συγκεκριμένο μυ με ηλεκτρόδια σε μορφή βελόνας ή από το δέρμα που βρίσκεται πάνω από το μυ με ηλεκτρόδια επιφάνειας, το οποίο χρησιμοποιείται συχνά στη ψυχοφυσιολογική έρευνα[8].

Στις μελέτες που γίνονται με το ηλεκτρομυογράφημα, έχουν γίνει τις τελευταίες δεκαετίες συσχετισμοί ανάμεσα σε πολλαπλούς και διαφορετικούς μύες του προσώπου και διαφορετικά συναισθήματα. Τα πιο αξιόπιστα ευρήματα δείχνουν μια αύξηση στη δραστηριότητα του 'μέγα ζυγωματικού' (ο μυς που τραβά τις γωνίες του χείλους παράγοντας έτσι το χαμόγελο) στην μυϊκή περιοχή κατά τη διάρκεια θετικού συναισθηματικού ερεθισμού, αλλά και αύξηση στην δραστηριότητα του 'corrugators supercili' (ο μυς που «κεντά» και χαμηλώνει το φρύδι παράγοντας το σχήμα της λύπης) σε μυϊκή περιοχή κατά τη διάρκεια αρνητικού ερεθισμού[9],[10]. Ο συσχετισμός της κίνησης των δύο παραπάνω μυϊκών περιοχών αλλά και η εμπειρία θετικών και αρνητικών συναισθημάτων αντίστοιχα έχει επίσης ερμηνευθεί σε πολλές μελέτες. Συνοψίζοντας οι έρευνες δείχνουν ότι η δραστηριότητα που αναπτύσσεται στις δύο αυτές μυϊκές περιοχές συσχετίζεται με τη συναισθηματική αξία του ερεθίσματος.

1.6 Κατηγοριοποίηση συναισθημάτων

Τα συναισθήματα μπορούν να θεωρηθούν και ως μορφή επικοινωνίας (μηνύματα), προς τον εαυτό μας και προς άλλους. Αποτελούνται από συμπεριφορές, ψυχολογικές μεταβολές και υποκειμενικές εμπειρίες, προκαλούμενες από σκέψεις ή από εξωτερικά γεγονότα, ειδικά από γεγονότα που θεωρούνται μεγάλης σημασίας. Και ενώ η αντίληψη της σημασίας κάθε γεγονότος είναι καθαρά υποκειμενική και εξαρτώμενη από κοινωνικούς παράγοντες, υπάρχουν κάποια οικουμενικά συναισθήματα που είναι τα συναισθήματα που βιώνει και εξωτερικεύει η πλειοψηφία των ανθρώπων. Η πιο διαδεδομένη μορφή αναπαράστασης συναισθηματικών καταστάσεων είναι αυτή των κατηγοριών. Έχουν προταθεί διάφορα σύνολα κατηγοριών, όπως:

- Βασικές κατηγορίες συναισθημάτων
Η θεωρία Διακριτών συναισθημάτων (ενότητα 2.3) στηρίζεται στην ιδέα της ύπαρξης βασικών κατηγοριών συναισθημάτων. Υπάρχουν έξι βασικά συναισθήματα που βιώνονται από όλα τα κοινωνικά θηλαστικά (universal emotions) και σχετίζονται με συγκεκριμένους τρόπους έκφρασης (εκφράσεις προσώπου, στάσεις συμπεριφοράς, φυσιολογικά πρότυπα). Οι επιστήμονες δεν έχουν ακόμα καταλήξει στο ποια υπό-ομάδα συναισθημάτων αποτελούν τα βασικά συναισθήματα και στο πόσα είναι (κατηγοριοποιήσεις αναφέρουν από δύο έως και εννέα συναισθήματα). Υπάρχει όμως συμφωνία στο ότι τα συναισθήματα του φόβου και του θυμού είναι βασικά, αντίθετα δεν είναι σίγουρο ότι είναι βασικά τα δύο πιο συνήθη συναισθήματα της χαράς και της λύπης. Τα βασικά συναισθήματα είναι σημαντικά γιατί αντιπροσωπεύουν μοναδικές κινητήριες τάσεις και συμπεριφορές και είναι επίσης εύκολα αναγνωρίσιμα από φυσιολογικής πλευράς. Η επέκταση της θεωρίας αυτή υποστηρίζει ότι υπάρχουν και παραλλαγές ή συνδυασμοί των βασικών συναισθημάτων. Συγκεκριμένα συναισθήματα ή συνδυασμός αυτών, προκαλούν συγκεκριμένους τύπους αντιδράσεων. Σ' αυτά ανήκει

π.χ. η υπερηφάνεια (μια παραλλαγή της ευτυχίας σε απάντηση προς ένα κατόρθωμα) και η ευγνωμοσύνη (ευτυχία προερχόμενη από την εκτίμηση της βοήθειας που παρείχε ένα άλλο άτομο).

Ένας άλλου είδους διαχωρισμός είναι μεταξύ του συναισθήματος και των αποτελεσμάτων που αυτό προκαλεί, ή αλλιώς μεταξύ των συναισθηματικών εκφράσεων και των συμπεριφορών. Συνήθως αντιδρούμε με συγκεκριμένο τρόπο σύμφωνα με τη συναισθηματική μας κατάσταση, όπως κλάμα, μάχη ή φυγή. Όταν όμως έχουμε το συναίσθημα χωρίς την ενδεδειγμένη συμπεριφορά, τότε η συγκεκριμένη συμπεριφορά δε θεωρείται σημαντική για το συναίσθημα. Η θεωρία των James-Lange (ενότητα 2.6) διατυπώνει πως η συναισθηματική εμπειρία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις σωματικές αλλαγές. Η κοινωνιολογική προσέγγιση των συναισθημάτων πραγματεύεται πως τα συναισθήματα προέκυψαν για συγκεκριμένες λειτουργίες, όπως για να διατηρούν ασφαλές το άτομο.

Πίνακας 1: Σύνοψη της ομάδας των βασικών συναισθημάτων κατά τον ορισμό της από διάφορους ερευνητές (Ortony and Turner, 1990)

Ερευνητές	Ομάδα βασικών συναισθημάτων	Επιλογή συναισθημάτων βάσει:
Arnold	Θυμός, αποστροφή, κουράγιο, κατάθλιψη, επιθυμία, απόγνωση, φόβος, μίσος, ελπίδα, αγάπη, λύπη	Σχέση με τάση για πράξη
Ekman, Friesen, & Ellsworth	Θυμός, αηδία, φόβος, χαρά, λύπη, έκπληξη	Οικουμενικές εκφράσεις Προσώπου
Fridja	Επιθυμία, ευτυχία, ενδιαφέρον, έκπληξη, θαυμασμός, οδύνη	Μορφές ετοιμότητας πράξης
Gray	Οργή και τρόμος, αγωνία, χαρά	Εγκεφαλικά συνδεδεμένα
Izard	Θυμός, περιφρόνηση, αηδία, αμηχανία, φόβος, ενοχή, ενδιαφέρον, χαρά, ντροπή, έκπληξη	Εγκεφαλικά συνδεδεμένα
James	Φόβος, θλίψη, αγάπη, οργή	Σωματική εμπλοκή
McDougall	Θυμός, αηδία, αγαλλίαση, φόβος, υποταγή, στοργή, θαυμασμός	Σχέση με ένστικτα
Mower	Πόνος, απόλαυση	Συναισθηματικές καταστάσεις χωρίς εξοικείωση
Oatly & Johnson-Laird	Θυμός, αηδία, αγωνία, ευτυχία, λύπη	Δεν απαιτούν περιεχόμενο Πρόθεσης
Panksepp	Προσμονή, φόβος, οργή, πανικός	Εγκεφαλικά συνδεδεμένα
Plutchik	Αποδοχή, θυμός, πρόνοια, αηδία, χαρά, φόβος, λύπη, έκπληξη	Σχέση με βιολογικές διεργασίες Προσαρμογής
Tomkins	Θυμός, ενδιαφέρον,	Πυκνότητα νευρικής

	περιφρόνηση, αηδία, αμηχανία, φόβος, χαρά, ντροπή, έκπληξη	αντίδρασης
Watson	Φόβος, αγάπη, οργή	Εγκεφαλικά συνδεδεμένα
Weiner & Graham	Ευτυχία, λύπη	Ανεξάρτητα χαρακτηριστικού

- Καθημερινά συναισθήματα-ετικέτες (emotion labels) που χαρακτηρίζουν και ομαδοποιούν τα συναισθήματα
Όταν ζητείται σε συμμετέχοντες ψυχολογικών μελετών να απαντήσουν σχετικά με τα συναισθήματα που βιώνουν, καθίσταται αναγκαία η ομαδοποίηση των δοθέντων απαντήσεων σε ευρύτερες κατηγορίες συναισθηματικών εμπειριών δεδομένου του λεκτικού πλούτου των γλωσσών. Αντίστοιχα, όταν ζητείται από ειδικούς να χαρακτηρίσουν τη συναισθηματική κατάσταση που αναγνωρίζουν κατά τη διαδικασία της επισήμειωσης, απαιτείται μία ενιαία κωδικοποίηση ώστε να μη χάνεται πληροφορία κατά τη γενίκευση προκειμένου να είναι δυνατή η εξαγωγή ουσιαστικών συμπερασμάτων.
- Διαπολιτισμικές κατηγορίες συναισθημάτων
Δεδομένου ότι οι περισσότερες κατηγοριοποιήσεις που έχουν προταθεί αφορούν στην αγγλική γλώσσα, έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες που προσεγγίζουν το θέμα διαπολιτισμικά και μελετούν την αντιστοίχιση των κατηγοριών σε διάφορες γλώσσες. Το εργαλείο Geneva Affect Label Coder δημιουργήθηκε ώστε να επιτρέπει έναν διαπολιτισμικό τρόπο ομαδοποίησης ποικίλων διατυπώσεων για παρόμοιες συναισθηματικές εμπειρίες.

1.7 Βασικές εκφράσεις προσώπου

Η έκφραση κάποιου προσώπου μία δεδομένη στιγμή εκφράζεται από ένα σύνολο σημάτων. Στα σήματα αυτά περιλαμβάνονται το σχήμα και ο προσανατολισμός του προσώπου, αλλά και γενικότερα ολόκληρης της κεφαλής, και φυσικά η θέση και η κίνηση των διαφόρων χαρακτηριστικών του προσώπου (μάτια, φρύδια, στόμα κτλ). Στα σήματα αυτά συχνά περιλαμβάνονται με σημαίνοντα ρόλο το χρώμα του δέρματος του προσώπου, οι πιθανές ρυτίδες έκφρασης κτλ. Φυσικά τη σημαντικότερη συμβολή στη δημιουργία των εκφράσεων την έχουν οι μύες του προσώπου, οι οποίοι και έχουν την ικανότητα να δημιουργήσουν μεγάλη μεταβολή στην έκφραση σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα, συμβάλλοντας τα μέγιστα στη χωρίς λόγια επικοινωνία. Βέβαια δεν πρέπει να παραλείψουμε τις δυσκολίες που δημιουργούνται από την αλληλεπίδραση των διαφορετικών σημάτων τα οποία μπορούν είτε να αλληλοσυμπληρώνονται είτε να αλληλοαναιρούνται.

Η σχέση συναισθήματος και προσώπου είναι συναρπαστική και πολυσύνθετη. Μερικές από τις χιλιάδες εκφράσεις του προσώπου είναι συνδεδεμένες με συγκεκριμένα συναισθήματα. Μελέτες του Ekman και άλλων επιστημόνων έδειξαν ότι οι εκφράσεις του προσώπου είναι παγκόσμια κατανοητές με τον ίδιο τρόπο, ακόμα και από ιθαγενείς που δεν είχαν ποτέ τηλεόραση, κινηματογράφο, περιοδικά και γενικά ξένους. Σύμφωνα με αυτές τις μελέτες, οι ανθρωπίνες εκφράσεις κατατάσσονται σε έξι κύριες κατηγορίες: Οι έξι αυτές βασικές κατηγορίες είναι: *λύπη*, *θυμός*, *χαρά*, *φόβος*, *απέχθεια* και *έκπληξη*. Παρόλα αυτά μπορούμε να συναντήσουμε εκφράσεις οι οποίες, εκ πρώτης όψεως, δε φαίνεται να ανήκουν σε κάποια από τις έξι κατηγορίες, αυτό όμως συμβαίνει για τρεις κυρίως λόγους, ή πρόκειται για μία καθαρά υποκειμενική έκφραση ή είναι μία από τις έξι εκφράσεις αλλά με διαφορετικό όνομα ή είναι συνδυασμός δύο γνωστών εκφράσεων. Βέβαια, σε καθεμία από αυτές τις κατηγορίες, είναι δυνατόν να υπάρχει μία μεγάλη ποικιλία έντασης στις εκφράσεις και στις λεπτομέρειες τους.

Οι τρεις εκφραστικές περιοχές του προσώπου είναι τα *φρύδια*, τα *μάτια* και το *στόμα*. Σύμφωνα με έρευνες που έχουν γίνει, τα συναισθήματα έχουν κατηγοριοποιηθεί αναλογικά με τις εκφράσεις του προσώπου με τον ακόλουθο τρόπο:

- Λύπη:** Είναι το πλέον έντονο συναίσθημα και είναι δυνατό να αφήνει μία σκιά στο πρόσωπο, ενώ οι υπόλοιπες εκφράσεις έχουν ήδη ατονήσει. Η παραμόρφωση των φρυδιών είναι παρούσα σε κάθε έκφραση της. Συνήθως, κυρτώνουν προς τα πάνω, ιδιαίτερα οι εσωτερικές τους γωνίες, με εξαίρεση το κλάμα, στο οποίο είναι πιεσμένα προς τα κάτω. Ωστόσο, όταν η λύπη είναι πολύ μεγάλη το σημείο-κλειδί για την αναγνώριση της είναι τα μάτια, τα οποία είναι πολύ σφιχτά κλεισμένα.

Η λύπη έχει πολλές διαβαθμίσεις και παραλλαγές, από τη συγκαλυμμένη λύπη μέχρι το γοερό κλάμα με ανοιχτό στόμα. Επιπλέον, λυπημένος θεωρείται αυτός που είναι έτοιμος να κλάψει, αλλά και αυτός που είναι απλά δυστυχισμένος. Οι παραλλαγές αυτές μπορεί να περιλαμβάνουν ερμητικά κλειστά μάτια, εντελώς κατεβασμένα φρύδια, ανοιχτό τετραγωνισμένο στόμα, εξόγκωμα στο πηγούνι ή και έντονο ρινοχειλικό δίπλωμα.
- Έκπληξη:** Στην έκπληξη τα φρύδια είναι υψωμένα όσο το δυνατόν περισσότερο. Τα άνω βλέφαρα είναι ορθάνοιχτα και τα κάτω είναι χαλαρωμένα. Το στόμα είναι ανοιχτό σε σχήμα οβάλ.
- Θυμός:** Τα χαρακτηριστικά στοιχεία του θυμού είναι τα κατεβασμένα φρύδια, τα οποία πρέπει να βρίσκονται κάτω από το ανώτερο μέρος των άνω βλεφάρων, τα ανοιχτά μάτια, στα οποία συνήθως η ίριδα δε σκεπάζεται από το άνω βλέφαρο περισσότερο από 25%, και το στόμα, το οποίο είναι είτε ανοιχτό αφήνοντας να φανούν τα δόντια είτε σφιχτά κλειστό. Στον απλό θυμό οι εσωτερικές γωνίες των φρυδιών σμίγουν προς τα κάτω και η χαμηλότερη άκρη είναι στο ίδιο επίπεδο με το άνω βλέφαρο. Τα μάτια είναι ορθάνοιχτα, αλλά τα κατεβασμένα φρύδια εμποδίζουν την εμφάνιση του άσπρου των ματιών, πάνω από την ίριδα. Το στόμα είναι κλειστό και το άνω χείλος είναι ελαφρώς συμπίεσμένο ή τετραγωνισμένο.

Οι διαβαθμίσεις του κυμαίνονται από τον απλό θυμό μέχρι τον κραυγάζοντα, από την βλοσυρότητα μέχρι τη λυσσαλέα οργή. Οι διαφορετικές αυτές εκφάνσεις του θυμού μπορούν να περιλαμβάνουν σφιχτά συμπίεσμένα χείλη και εξόγκωμα στο πηγούνι ή ανοιχτό στόμα που αφήνει να φανούν τα δόντια και έχει σχήμα περιπαικτικού χαμόγελου.
- Απέχθεια:** Η απέχθεια κυμαίνεται από την περιφρόνηση και τον σαρκασμό μέχρι την φυσική αποστροφή. Στην απέχθεια τα φρύδια, κυρίως οι εσωτερικές γωνίες τους, είναι χαμηλωμένα και τα βλέφαρα είναι επίσης χαλαρωμένα ή ελαφρώς κλειστά. Το άνω χείλος είναι ανυψωμένο όπως σε ένα περιπαικτικό και συχνά ασύμμετρο χαμόγελο και επιτρέπει στην άνω οδοντοστοιχία να φανεί, ενώ το κάτω χείλος υψώνεται και αυτό ελαφρά. Στην περιφρόνηση μπορεί τα μάτια να κοιτάζουν προς τα κάτω. Στη φυσική αποστροφή τα μάτια μπορεί να είναι σχεδόν κλειστά, δίνοντας την εντύπωση ότι 'στραβοκοιτάζουν'. Όσο η ένταση του συναισθήματος μειώνεται, η έκφραση εκφυλίζεται στο επίπεδο σχήμα του άνω χείλους.
- Φόβος:** Το σημείο-κλειδί για την αναγνώριση της έντασης του συναισθήματος του φόβου είναι τα μάτια. Αν τα μάτια είναι πολύ ανοιχτά αμέσως συμπεραίνουμε πως πρόκειται για τρόμο. Αντίθετα στον απλό φόβο τα μάτια είναι λίγο πιο ανοιχτά από το κανονικό και τα φρύδια είναι ελαφρώς υψωμένα. Η ανησυχία σε ένα πρόσωπο διακρίνεται από τον συνδυασμό των υψωμένων φρυδιών, είτε με τα γουρλωμένα μάτια είτε με το ανοιχτό στόμα, είτε με το σφιχτά κλεισμένο στόμα.

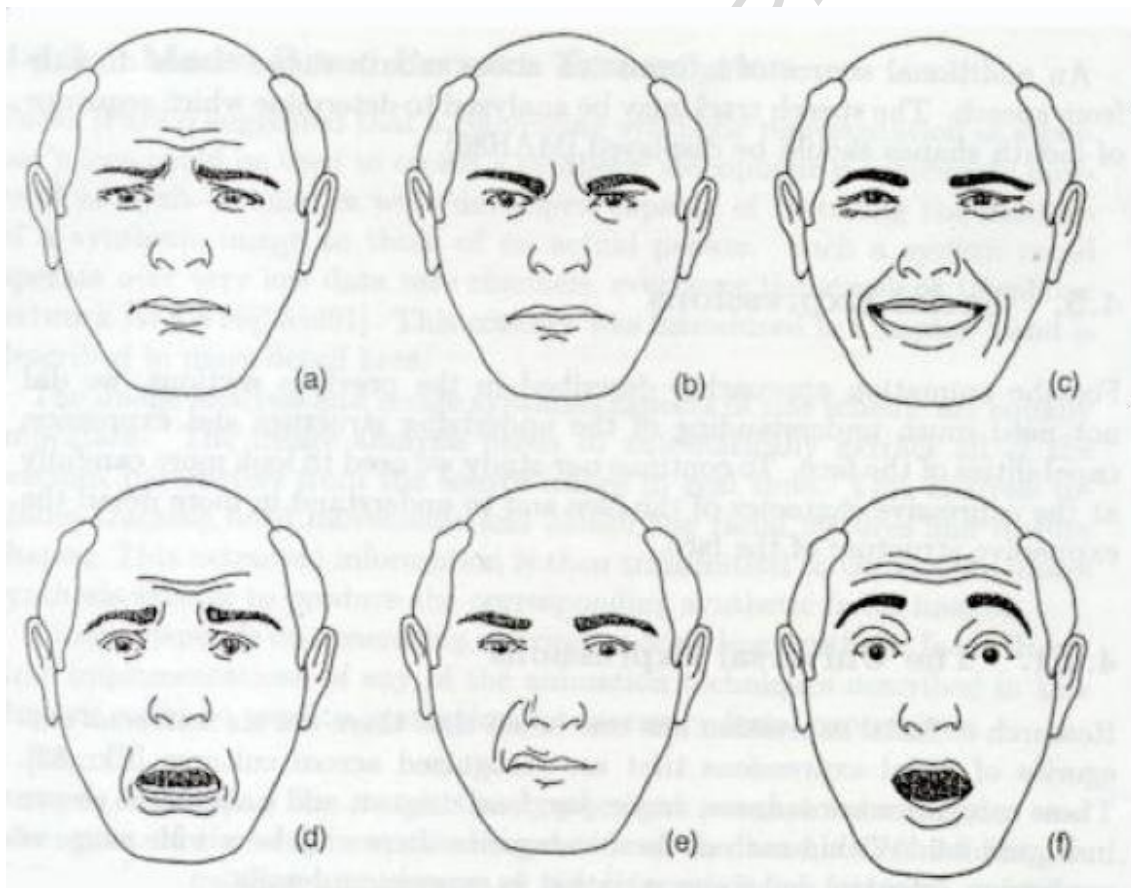
Γενικά ο φόβος ποικίλει από την απλή ανησυχία μέχρι τον τρόμο. Στην ανησυχία, τα χείλη είναι σφιγμένα γερά και τα περιφερειακά όρια των χειλιών εξαφανίζονται, ενώ ταυτόχρονα εμφανίζεται ένα εξόγκωμα κάτω από το κάτω χείλος και πάνω από το πηγούνι. Στον τρόμο στο στόμα και τα μάτια είναι ορθάνοιχτα, το πάνω

χείλος είναι χαλαρωμένο, ενώ το κάτω χείλος είναι εντελώς τεντωμένο και σφιχτό αφήνοντας να φανεί η κάτω οδοντοστοιχία.

- **Χαρά:** Η έκφραση της χαράς είναι η πιο πολύπλοκη από όλες τις άλλες εκφράσεις και η πιο δύσκολη στην ανάλυση της. Το χαμόγελο μπορεί να συνδέεται με ένα πλήθος διαφορετικών εκφράσεων και συναισθημάτων. Μπορεί να ενυπάρχει τόσο στην ευφορία όσο και στη μελαγχολία, τόσο στην πραγματική όσο και στην υποκριτική ευτυχία.

Στην απλή έκφραση της χαράς τα φρύδια είναι χαλαρωμένα. Τα άνω βλέφαρα είναι ελαφρά χαμηλωμένα και τα κάτω βλέφαρα πιέζονται προς τα πάνω από το άνω μέρος των ζυγωματικών. Το στόμα μπορεί να είναι κλειστό, οπότε τα χείλη είναι λεπτά και σφιχτά, ή πολύ ανοιχτό, οπότε οι άκρες των χειλιών είναι τραβηγμένες προς τα αυτιά. Το άνω χείλος σχηματίζει ευθεία οριζόντια γραμμή επιτρέποντας στην άνω οδοντοστοιχία να φανεί, και το κάτω χείλος είναι ίσιο στο κέντρο και σχηματίζει γωνίες στις άκρες.

Οι διαφορετικές εκφάνσεις της χαράς ποικίλουν και περιλαμβάνουν θορυβώδη ή όχι γέλια, χαμόγελο με ανοιχτό ή κλειστό στόμα, συγκαλυμμένο ή μελαγχολικό, ή ενθουσιώδες, ή διαφθαρμένο, ή ψεύτικο χαμόγελο. Ακόμα οι παραλλαγές αυτές μπορεί να περιλαμβάνουν ανοιχτά ή κλειστά μάτια.



Εικόνα 1: Οι έξι βασικές εκφράσεις του προσώπου: (α) λύπη, (β) θυμός, (γ) χαρά, (δ) φόβος, (ε) απέχθεια, (φ) έκπληξη

Το συναίσθημα συνήθως οδηγεί σε μία έκφραση του προσώπου, αλλά οι μελέτες έδειξαν ότι η διαδικασία αυτή λειτουργεί και αντίστροφα: Στην προσπάθειά μας να δείξουμε λυπημένοι ή θυμωμένοι, ο οργανισμός αντιδρά ανάλογα και μπορεί ασυναίσθητα να αρχίσουμε να νιώθουμε όπως προσδιορίζει η έκφραση μας. Μία προσποιητή έκφραση θυμού στο πρόσωπο κάνει την καρδιά να χτυπά πιο γρήγορα και τα αιμοφόρα αγγεία να διαστέλλονται με

αποτέλεσμα το αναφοκοκκίνισμα. Μία έκφραση φόβου προκαλεί κρύωμα και ιδρώμα των χεριών. Μία έκφραση αηδίας μπορεί να προκαλέσει ναυτία.

Όπως προαναφέραμε, στην Επιστήμη των Υπολογιστών, μελετάται ο τρόπος με τον οποίο είναι δυνατόν να μοντελοποιηθούν τα συναισθήματα, ώστε να προσομοιωθούν από τα μηχανήματα. Η αυτόματη αναγνώριση εκφράσεων αποτελεί μια πολυσύνθετη διεργασία καθώς οι φυσιογνωμίες των προσώπων διαφέρουν σημαντικά από άτομο σε άτομο εξαιτίας πολλών παραγόντων όπως είναι η ηλικία, η εθνικότητα, το φύλο, η τριχοφυΐα προσώπου, διακοσμητικά και καλλυντικά προϊόντα και αντικείμενα που ενδεχομένως κρύβουν σημεία του προσώπου όπως τα γυαλιά μυωπίας ή ακόμη και τα μαλλιά. Επιπλέον τα πρόσωπα παρουσιάζονται ανόμοια εξαιτίας των διαφορετικών συνθηκών φωτισμού. Η έρευνα όμως της αναγνώρισης συναισθήματος είναι σε έξαρση και αναπτύσσονται πολλές διαφορετικές προσεγγίσεις μεταξύ των οποίων κάποιες αγγίζουν ιδιαίτερα ενθαρρυντικά αποτελέσματα.

Τόσο το ερευνητικό πεδίο της αναγνώρισης συναισθημάτων στους ανθρώπους, όσο και αυτό της σύνθεσης/ προσομοίωσης συναισθηματικής συμπεριφοράς σε εικονικούς χαρακτήρες αποτελούν δύο διακριτές κατευθύνσεις της συναισθηματικής υπολογιστικής, οι οποίες συνδέονται και αλληλοσυμπληρώνονται. Βάση και για τις δύο κατευθύνσεις αποτελούν σχετικές θεωρίες στον κλάδο της ψυχολογίας σχετικά με τα συναισθήματα καθώς και τα υπάρχοντα συμπεράσματα της υπολογιστικής μοντελοποίησης τέτοιων θεωριών. Κύριο πεδίο εφαρμογής και εξέλιξής τους είναι αυτό της συναισθηματικής αλληλεπίδρασης (affective interaction). Πρέπει να καταλάβουμε πώς ακριβώς θα συμπεράνουμε την απόκριση του χρήστη μέσα από το περιβάλλον του, ώστε να μπορέσουμε να δώσουμε τη δυνατότητα στους υπολογιστές να ερμηνεύσουν τη συναισθηματική απόκριση καθώς είναι ενσωματωμένη στις πράξεις και τις εμπειρίες του ατόμου και εξαρτάται άμεσα από αυτές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΙΕΣ ΣΥΝΑΙΣΘΗΜΑΤΩΝ

2.1 Βασικότερες κατηγορίες θεωριών συναισθημάτων

Οι πρώτες θεωρίες σχετικές με τα συναισθήματα είχαν ήδη αρχίσει να διατυπώνονται από την αρχαιότητα, για παράδειγμα από τους στωικούς φιλόσοφους, τον Πλάτωνα, τον Αριστοτέλη, το Σωκράτη, το Δημόκριτο και πολλούς άλλους. Προσπάθησαν να δώσουν απαντήσεις σε ζητήματα που αφορούν στον ίδιο τον άνθρωπο, την ηθική συμπεριφορά ή την κατάκτηση της γνώσης και απέδωσαν την εμφάνιση συγκεκριμένων σωματικών συμπτωμάτων σε διάφορα συναισθήματα. Για το Δημόκριτο, η ατομική ευτυχία είναι συνυφασμένη με τη συναισθηματική γαλήνη που βασίζεται στη γνώση και η ευδαιμονία με τη νοητική και σωματική ισορροπία, η οποία επέρχεται όταν η ψυχή απαλλάσσεται απ' όλα τα πάθη της, όπως ο έρωτας, το μίσος, ο θυμός, ο πόνος, η θλίψη, η ηδονή, η άμιλλα, ο φόβος και άλλα! Ο Σωκράτης πρέσβευε ότι η λειτουργία των συναισθημάτων εξαρτάται από την ηθική συνείδηση του ατόμου. Το συναίσθημα μάλιστα του έρωτα, κατά το Σωκράτη, το οποίο αναπτύσσεται μεταξύ δασκάλου και μαθητή, εκφράζεται ως φιλία μεταξύ τους που οδηγεί στη βελτίωση και των δύο.

Ο Πλάτωνας θεωρείται ως εκφραστής της πρώτης ψυχοσωματικής θεωρίας για τα συναισθήματα, δεδομένου ότι πρόβαλε τη μεταξύ τους αλληλεπίδραση και συσχέτιση καθώς και το ρόλο που διαδραματίζει για την ανθρώπινη συμπεριφορά η ικανότητα ελέγχου και ρύθμισής τους. Τα συναισθήματα, κατά τον Πλάτωνα, διακρίνονται σε ανώτερα και κατώτερα. Στα κατώτερα συναισθήματα, τα οποία εδράζονται στο θνητό μέρος της ψυχής που αντιστοιχεί στο φυσικό σώμα, συγκαταλέγονται ο θυμός, ο φόβος, η άμιλλα, το μίσος και άλλα, ενώ στα ανώτερα συναισθήματα, τα οποία βρίσκονται στην αθάνατη ψυχή που βρίσκεται στο κεφάλι, περιλαμβάνονται ο φιλοσοφικός και διανοητικός έρωτας.

Η πιο συστηματική, όμως, προσέγγιση του περιεχομένου και τρόπου έκφρασης των συναισθημάτων αποδίδεται στον Αριστοτέλη. Στη Ρητορική του, για παράδειγμα, θεωρεί ότι τα συναισθήματα είναι διαθέσεις, προσωρινές καταστάσεις του νου και όχι ιδιότητες του χαρακτήρα ή φυσικές επιθυμίες, που προκύπτουν σε μεγάλο βαθμό από την επικρατούσα αντίληψη για το τι αποδίδεται δημόσια σε κάποιον ή από κάποιον σε μία δεδομένη στιγμή. Υπό αυτήν τη μορφή, τα συναισθήματα επηρεάζουν τις κρίσεις. Στην προσπάθειά του, μάλιστα, να ορίσει τα χαρακτηριστικά του επιτυχημένου 'Ρήτορα', κάνει αναφορά στη φύση των συναισθημάτων. Συγκεκριμένα, αναφέρει ότι ο Ρήτορας προκειμένου να πείσει κάποιον πρέπει να γνωρίζει: α) τη φύση ή τον ορισμό του συναισθήματος, την κατάσταση, δηλαδή, του μυαλού του ατόμου που αισθάνεται αυτό το συναίσθημα, το αντικείμενο του συναισθήματος, σε ποιους, δηλαδή, απευθύνεται ένα συναίσθημα και τι γίνεται αισθητό από αυτό και την αιτία του συναισθήματος, γιατί, δηλαδή, το συναίσθημα γίνεται αισθητό και σε ποιες περιστάσεις λειτουργεί. Κάνει μάλιστα λόγο για τα 'ανταγωνιστικά ζευγάρια' των συναισθημάτων, τα οποία είναι: Θυμός-αμνησιακία, αγάπη-μίσος, φόβος-εμπιστοσύνη, ντροπή-αναίδεια, καλοκαγαθία-αδιαφορία, οίκτος-δυσαρέσκεια, ζηλοτυπία-φθόνος, άμιλλα-περιφρόνηση. Ιδιαίτερη έμφαση έδωσε στη σχέση ανάμεσα στον τρόπο έκφρασης των συναισθημάτων και τη φυσιολογία του σώματος. Το συναίσθημα της δειλίας, για παράδειγμα, δημιουργείται όταν το αίμα είναι αραιό, το συναίσθημα του φόβου όταν είναι κρύο ως αποτέλεσμα της ανακατανομής της ζωτικής θερμότητας στο σώμα και εκδηλώνεται με τρέμουλο της φωνής, αύξηση των καρδιακών παλμών, τσιριχτή φωνή, δίψα, έκκριση ιδρώτα και άλλα.

Ακολουθεί μια αναφορά στις πιο αντιπροσωπευτικές θεωρίες των συναισθημάτων. Η υπάρχουσα ποικιλία και πολυπλοκότητα των θεωριών του συναισθήματος καθιστά προβληματική την ύπαρξη μιας καθολικά αποδεκτής κατηγοριοποίησης τους. Συνεπώς, θα γίνει προσπάθεια να κατηγοριοποιηθούν σε δύο γενικές κατηγορίες, όπως ακριβώς έγιναν από τους θεωρητικούς των συναισθημάτων.

Οι θεωρίες συναισθημάτων επηρεάζονται και κατηγοριοποιούνται με βάση δύο κύριους παράγοντες:

Α)Την ψυχοφυσιολογική τους προέλευση, η οποία δημιουργεί δύο υποκατηγορίες θεωριών, τις περιφερικές και τις κεντρικές, ανάλογα με το αν το φυσιολογικό ερέθισμα πρόκλησης του συναισθήματος διέρχεται από το περιφερικό ή το κεντρικό νευρικό σύστημα[3].

Οι λεγόμενες περιφερικές θεωρίες ανατροφοδότησης του προσώπου, όπως διατυπώθηκαν από τον Ekman, είναι θεωρίες που υποστηρίζουν ότι η ανατροφοδότηση που προέρχεται από τις εκφράσεις του προσώπου επηρεάζει τη συναισθηματική κατάσταση του ατόμου. Αντίθετα οι Κεντρικές Θεωρίες θεωρούν ως δεδομένο ότι οι εκφράσεις του προσώπου απεικονίζουν τις εσωτερικές συναισθηματικές καταστάσεις του ατόμου. Σύμφωνα με τις Κεντρικές Θεωρίες, οι φυσιολογικές αντιδράσεις όπως , η μυϊκή ένταση, η εφίδρωση κ.λπ. εμφανίζονται ταυτόχρονα με την συναισθηματική εμπειρία. Κανένα από τα δύο δεν είναι αιτία πρόκλησης του άλλου.

Β) Την αιτία δημιουργίας τους, σύμφωνα με την οποία παράγονται τέσσερις υποκατηγορίες θεωριών[16]: οι Εξελικτικές, Σωματικές, Γνωστικές και Κοινωνιολογικές.

Οι Σωματικές Θεωρίες δίνουν έμφαση στη φυσιολογία του ατόμου και υποστηρίζουν ότι κάποιες φυσιολογικές αποκρίσεις του σώματος είναι υπεύθυνες για τη δημιουργία συναισθημάτων. Οι Γνωστικές Θεωρίες προτείνουν ότι οι σκέψεις και άλλες διανοητικές δραστηριότητες διαδραματίζουν κυρίαρχο ρόλο στην εμφάνιση των συναισθημάτων. Με βάση τις θεωρίες της Κοινωνικής Κατασκευής Συναισθημάτων, υποστηρίζεται ότι τα συναισθήματα των ενηλίκων υποκατηγοριοποιούνται στις Φυσιοκρατικές Θεωρίες του Συναισθήματος, οι οποίες υποστηρίζουν ότι τα συναισθήματα είναι τα αποτελέσματα των φυσικών διαδικασιών και είναι ανεξάρτητα από κοινωνικούς κανόνες και στις Αλληλεπιδραστικές Θεωρίες Συναισθήματος, σύμφωνα με τις οποίες οι βιολογικοί μηχανισμοί προβλέπουν μερικά θεμελιακά συναισθηματικά χαρακτηριστικά τα οποία συνδυάζονται με άλλα κοινωνικά χαρακτηριστικά. Οι πρόσφατες Εξελικτικές Θεωρίες Συναισθήματος θεωρούν τα συναισθήματα ως έμφυτες απαντήσεις σε κάποια ερεθίσματα. Οι εξελικτικοί θεωρητικοί αναγνωρίζουν, ακόμη, την επιρροή της σκέψης και της μάθησης στο συναίσθημα. Η σημαντικότερες προσεγγίσεις που επικρατούν στις εξελικτικές θεωρίες συναισθήματος είναι η Θεωρία των Βασικών (Διακριτών) Συναισθημάτων, όπως αυτή διατυπώθηκε πρώτα από τον Δαρβίνο και στην συνέχεια από τον Paul Ekman και η προσέγγιση των διαστάσεων η οποία υποστηρίζει ότι το συναίσθημα έχει δύο ή και τρεις βασικές κρυμμένες διαστάσεις κατά μήκος των οποίων βρίσκονται όλα τα συναισθήματα. Οι πιο κοινές διαστάσεις είναι της ευχαρίστησης, που κυμαίνεται από την ευτυχία έως τη λύπη και της διέγερση, που κυμαίνεται από την ηρεμία έως την ένταση. Η τρίτη διάσταση που αναφέρεται λιγότερο είναι η κυριαρχία, που κυμαίνεται από τον έλεγχο του συναισθήματος έως το μη ελεγχόμενο συναίσθημα. Μια από τις σημαντικότερες θεωρίες του μελέτησαν το συναίσθημα ως προς τις διαστάσεις του είναι η Θεωρία Συναισθημάτων ως σημεία πάνω σε διπολικούς άξονες(Τροχός Συναισθημάτων της Whissel και Θεωρία Συναισθημάτων του Plutchik).

2.2 Περιφερικές θεωρίες συναισθήματος

Περιφερικές θεωρούνται οι θεωρίες συναισθήματος που υποστηρίζουν ότι το φυσιολογικό ερέθισμα διέρχεται από το Περιφερικό Νευρικό Σύστημα, το οποίο μέσω των νωτιαίων και εγκεφαλικών νευρών συνδέει όλα τα σημεία του σώματος με τον νωτιαίο μυελό και τον εγκέφαλο αντίστοιχα.

2.2.1 Θεωρία James-Lange

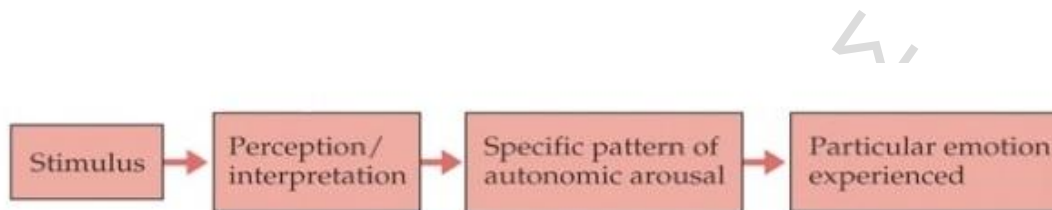
Σωματικές αλλαγές

Πρώτος ο William James (James, 1884) μελέτησε και όρισε το συναίσθημα ως τη συνείδηση των σωματικών αλλαγών που βιώνει το άτομο. Ο Carl Lange πρότεινε μια παρόμοια θεωρία το ίδιο χρονικό διάστημα, οπότε προέκυψε η γνωστή θεωρία των 'James-Lange'. Αυτή η θεωρία δηλώνει πως μια μεταβαλλόμενη κατάσταση οδηγεί σε μεταβαλλόμενη σωματική κατάσταση. Σύμφωνα με τον James, οι άνθρωποι βιώνουν συναισθήματα επειδή αντιλαμβάνονται τις φυσιολογικές απαντήσεις του οργανισμού τους σε εξωτερικά γεγονότα. Για παράδειγμα, όταν κάποιος βλέπει μια αρκούδα αρχίζει να τρέμει. Έπειτα συνειδητοποιεί ότι ο λόγος που τρέμει

είναι επειδή φοβάται. Δηλαδή, η θεωρία υποστηρίζει πως πρώτα αντιδρούμε σε μια κατάσταση/ερέθισμα και στη συνέχεια μεταφράζουμε τις πράξεις μας σε συναισθηματική απόκριση [3]. Συνεπώς το συναίσθημα είναι η γέφυρα του σώματος και του νου (Oatley, Jenkins, 2004). Αυτή η θεωρία αποτελεί τη βάση χρησιμοποιούμενων θεραπευτικών τεχνικών, όπως για παράδειγμα η γελωτοθεραπεία.

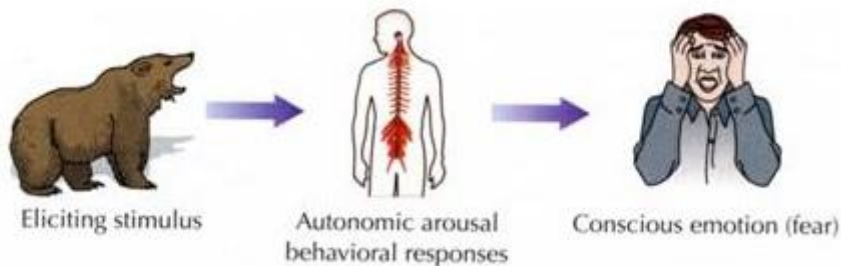
Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή υπάρχουν τρία στάδια δημιουργίας του συναισθήματος: Η αντίληψη του συναισθηματικού ερεθίσματος, η εμφάνιση των σωματικών αλλαγών και η ανατροφοδότηση που παράγει τη συναισθηματική εμπειρία.

Σύμφωνα λοιπόν με τη θεωρία των James-Lange, ισχύει η εξής αλληλουχία:



Εικόνα 2: Θεωρία James-Lange [32]

Ένα παράδειγμα που χρησιμοποιείται συχνά στη βιβλιογραφία είναι αυτό για το συναίσθημα του φόβου: εντόπιση αρκούδας → η καρδιά χτυπά γρηγορότερα και παράγεται αδρεναλίνη → εμφάνιση συναισθήματος φόβου [3].



Εικόνα 3: Παράδειγμα θεωρίας James-Lange [31]

2.3 Κεντρικές θεωρίες συναισθήματος

Σύμφωνα με τις Κεντρικές Θεωρίες Συναισθήματος τα συναισθήματα παράγονται στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα που αποτελείται από τον εγκέφαλο και τον νωτιαίο μυελό.

2.3.1 Θεωρία Cannon-Bard

Σωματικές αλλαγές

Η θεωρία αυτή γνωστή και ως Θαλαμική Θεωρία. Σύμφωνα λοιπόν με τη θεωρία των Cannon-Bard, όταν ένα άτομο αντιμετωπίζει ένα γεγονός που το επηρεάζει, η νευρική ώση μεταφέρεται κατευθείαν στο θάλαμο και εκεί το μήνυμα διαχωρίζεται. Ένα μέρος του πηγαίνει στο φλοιό και δημιουργεί μια υποκειμενική εμπειρία όπως ο φόβος, η οργή, η θλίψη, η χαρά, κ.λπ. Το άλλο μέρος του πηγαίνει στον υποθάλαμο και καθορίζει τις περιφερικές νευροφυτικές αλλαγές και τα συμπτώματα που θα εμφανιστούν (Heffner, 2003)[3]. Βασίζεται σε πειράματα τα οποία καταδεικνύουν πως τα άτομα μπορούν να έχουν διαφορετικές συναισθηματικές αντιδράσεις, παρά το γεγονός ότι βρίσκονται στην ίδια φυσιολογική θέση με την ίδια χορήγηση αδρεναλίνης.

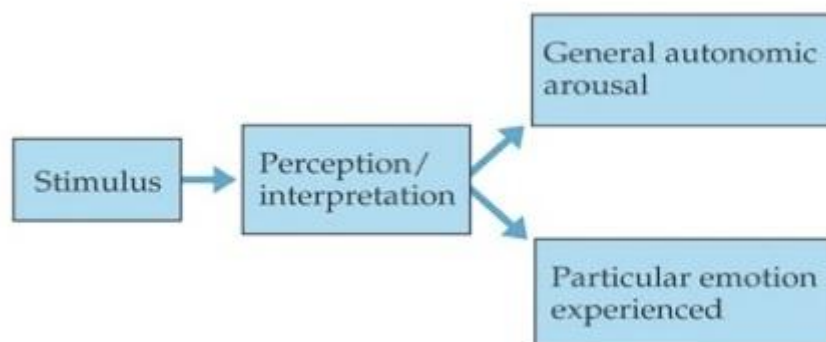
Τα άτομα εκδήλωναν θυμό ή διασκέδαση, ανάλογα με τί αντιδράσεις είχε κάποιο άλλο άτομο στην ίδια αίθουσα. Έτσι, η αντίδραση στο συναίσθημα είναι ένας συνδυασμός αποτίμησης της κατάστασης (γνωστική θεωρία), και τις επιδράσεις της αδρεναλίνης ή και του placebo στον καθένα.

Η θεωρία Cannon-Bard διαφωνούσε σε αρκετά σημεία με την επικρατούσα ως τότε θεωρία James-Lange. Κάποια από τα βασικά επιχειρήματα που ασκούσαν κριτική στη θεωρία James-Lange ήταν τα εξής:

- Οι άνθρωποι μπορούν να βιώσουν φυσιολογική διέγερση χωρίς να αισθανθούν το αντίστοιχο συναίσθημα. Αν ίσχυε η θεωρία James-Lange, τότε στα πειράματα που διεξήγαγε ο Cannon, η αδρεναλίνη θα προκαλούσε τεχνητά συναισθήματα στους συμμετέχοντες, κάτι το οποίο δεν παρατηρήθηκε!
- Οι σωματικές αλλαγές των εσωτερικών οργάνων –εκεί όπου ο James εντόπιζε την πηγή ανατροφοδότησης υπεύθυνη για την πρόκληση συναισθημάτων– συμβαίνουν πολύ αργά για να προκαλέσουν συναισθήματα, τα οποία δημιουργούνται πολύ πιο γρήγορα. Για παράδειγμα ένας ξαφνικός ήχος μπορεί να προκαλέσει το συναίσθημα του φόβου πριν εμφανιστεί η σωματική διέγερση του φόβου. Επίσης τα όργανα αυτά δεν χαρακτηρίζονται από μεγάλη ευαισθησία.
- Οι άνθρωποι μπορεί να βιώνουν πολύ διαφορετικά συναισθήματα με τα ίδια συμπτώματα σωματικής διέγερσης. Η αυξημένη καρδιακή συχνότητα και ο αυξημένος ρυθμός αναπνοής για παράδειγμα παρατηρούνται σε ένα άτομο όταν νιώθει οργή αλλά και φόβο. Επιπλέον συμπτώματα σωματικής διέγερσης παρατηρούνται και σε περιπτώσεις όπου υπάρχει συναισθηματική συνιστώσα. Για παράδειγμα έπειτα από σωματική άσκηση, σε εμπύρετη κατάσταση.
- Σε πείραμα που διεξήγαγε ο Cannon, ο πλήρης διαχωρισμός των εσωτερικών οργάνων από το κεντρικό νευρικό σύστημα μέσω κοπής των νεύρων δεν είχε επίδραση στη συναισθηματική των πειραματόζωνων.

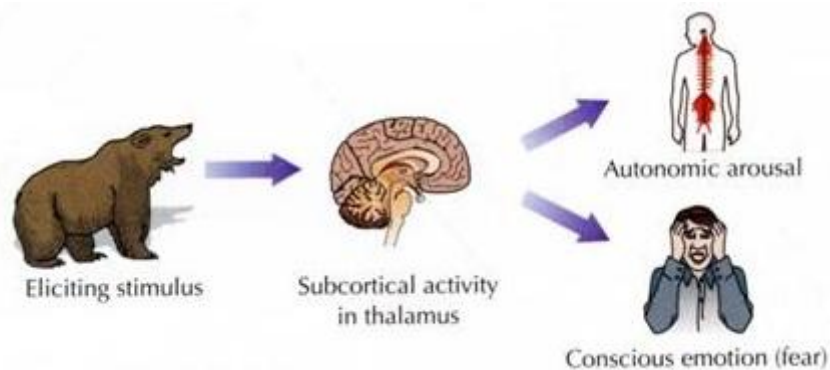
Σύμφωνα με την θεωρία Cannon-Bard, η σωματική διέγερση και το συναίσθημα συμβαίνουν ταυτόχρονα και ανεξάρτητα, χωρίς η μια συνιστώσα να προκαλεί την άλλη. Η ταυτοποίηση και η εμπειρία του συναισθήματος συμβαίνουν παράλληλα με την ενεργοποίηση της σωματικής διέγερσης και δεν συνδέονται με σχέση αιτίου-αιτιατού όπως στη θεωρία James-Lange.

Κατά τους Cannon-Bard ισχύει η εξής αλληλουχία:



Εικόνα 4: Θεωρία Cannon-Bard [32]

Το παράδειγμα του φόβου που χρησιμοποιήθηκε και στη θεωρία James-Lange διαμορφώνεται ως εξής: εντοπισμός αρκούδας → δημιουργία συναισθήματος φόβου μαζί με εφίδρωση, ταχυπαλμία κ.λπ. → τροπή σε φυγή [3].



Εικόνα 5: Παράδειγμα θεωρίας Cannon-Bard [31]

Ως προς τη συναισθηματική συμπεριφορά, η θεωρία Cannon-Bard υποστηρίζει ότι πρώτα το άτομο βιώνει το συναίσθημα, και στη συνέχεια δρα ανάλογα με αυτό.

Άλλες Σωματικές Θεωρίες:

Διαφορετικά συναισθήματα φαίνεται να σχετίζονται με διαφορετικά πρότυπα σωματικής διέγερσης:

- Ax (1953): Ο θυμός και ο φόβος σχετίζονται με διαφορετικά πρότυπα διέγερσης. Η πίεση του αίματος και η θερμοκρασία του προσώπου ήταν υψηλότερη για το θυμό, ενώ η θερμοκρασία του δέρματος χαμηλότερη.

«Μέσα σε ένα εργαστήριο με εντυπωσιακά επιστημονικά όργανα, τοποθετήθηκαν ηλεκτρόδια στα χέρια, στο κεφάλι, στην καρδιά κλπ. των συμμετεχόντων ώστε να λαμβάνεται μία ποικιλία ψυχοφυσιολογικών μετρήσεων. Οι συμμετέχοντες πληροφορούνταν ότι η έρευνα αποσκοπούσε στον εντοπισμό διαφορών μεταξύ υγιών ατόμων και πασχόντων από υπέρταση. Δύο συνθήκες διάρκειας πέντε λεπτών.

Στην πρώτη (συνθήκη φόβου) τα υποκείμενα δέχονταν στο μικρό δάκτυλο του χεριού ήπια ηλεκτροσόκ που προοδευτικά αύξαναν σε ένταση. Όταν το ανέφεραν, ο ερευνητής προσποιείτο τον έκπληκτο, ήλεγχε την καλωδίωση και κατόπιν πατούσε ένα κουμπί που έκανε ένα μηχάνημα κοντά στο συμμετέχοντα να πετάει σπίθες. Ο ερευνητής εξηγούσε ότι υπάρχει ένα επικίνδυνο κύκλωμα υψηλής τάσης στη συσκευή αυτή.

Στη δεύτερη (συνθήκη θυμού) οι συμμετέχοντες πληροφορούνταν από τον ερευνητή ότι ο τεχνικός επί των μετρήσεων είχε απολυθεί το πρωί λόγω ανικανότητας, αλλά αναγκάστηκαν να τον ξαναπροσλάβουν επειδή ο κανονικός χειριστής ήταν άρρωστος. Όταν ο ερευνητής έφευγε από το δωμάτιο, ο τεχνικός σάρκαζε και προσέβαλε τη νοσοκόμα και το συμμετέχοντα, ενώ προσποιείτο ότι ήλεγχε τις καλωδιώσεις».

- Hohmann (1966): Η ένταση της συναισθηματικής αντίδρασης εξαρτάται από την φυσιολογική διέγερση. Άτομα με βλάβη στο νωτιαίο μυελό μπορούν να αντιδράσουν συναισθηματικά, αλλά δε βιώνουν το υποκειμενικό αίσθημα που συνοδεύει το συναίσθημα (διανοητικός τύπος συναισθήματος). Όσο πιο ψηλά η τομή, τόσο ασθενέστερη η υποκειμενική βίωση.

«Ζητήθηκε από υποκείμενα να ανακαλέσουν ένα γεγονός που τους προκάλεσε συναισθηματική διέγερση πριν την βλάβη και ένα παρόμοιο συμβάν μετά τη βλάβη και να συγκρίνουν την ένταση της συναισθηματικής αντίδρασης».

- Jasmos & Hakmiller (1975): Παρόμοια συμπεράσματα χωρίς μεθοδολογικά προβλήματα.

«Σε όλα τους συμμετέχοντες παρουσιάστηκαν εικόνες ντυμένων και γυμνών γυναικών και τους ζητήθηκε να φανταστούν ότι μόνοι μένουν μαζί τους. Οι συναισθηματικές αντιδράσεις των συμμετεχόντων αξιολογήθηκαν από ανεξάρτητους κριτές».

- Strongman (1987): Τα συναισθήματα δεν είναι μία ομοιογενής κατηγορία. Ο φόβος και ο θυμός σχετίζονται με αισθήματα μεγάλης έντασης και περιφερική διέγερση. Συναισθήματα, όπως η λύπη, είναι χαμηλής έντασης, που δε συνοδεύεται από περιφερική διέγερση.

2.4 Εξελικτικές θεωρίες συναισθήματος

Οι εξελικτικές θεωρίες για το συναίσθημα υποστηρίζουν ότι τα περισσότερα συναισθήματα είναι προσαρμογές με σκοπό την επίλυση βασικών οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι διάφοροι οργανισμοί. Οι πρόσφατες εξελικτικές θεωρίες, θεωρούν τα συναισθήματα ως έμφυτες απαντήσεις σε κάποια ερεθίσματα. Οι εξελικτικοί θεωρητικοί αναγνωρίζουν, ακόμη, την επιρροή της σκέψης και της μάθησης στο συναίσθημα.

2.4.1 Θεωρία του Δαρβίνου

Ο Charles Darwin (1874) υπήρξε ο πρώτος εμπνευστής της θεωρίας των βασικών συναισθημάτων. Αρχικά, ασχολήθηκε με τις μορφές έκφρασης των βασικών συναισθημάτων και υποστήριξε ότι οι εκφράσεις του προσώπου δεν είναι αποτέλεσμα εκμάθησης αλλά είναι βιολογικά προκαθορισμένες. Θεώρησε ότι η έκφραση των βασικών συναισθημάτων είναι αναγκαία για την επιβίωση και εξέλιξη του ανθρώπινου είδους και επιτελείται με αντιδράσεις προσαρμοστικού χαρακτήρα [3]. Συγκεκριμένα ο Δαρβίνος ανέλυσε λεπτομερώς γύρω στα δώδεκα βασικά συναισθήματα, θετικά και αρνητικά, περιγράφοντας για το καθένα τις χαρακτηριστικές εκφράσεις του προσώπου καθώς και τους προσαρμοστικούς μηχανισμούς αντίδρασης προς το εκάστοτε περιβαλλοντικό ερέθισμα. Η προσαρμοστική τους λειτουργία εντοπίζεται, αφενός με το να διευκολύνουν την επικοινωνία των ατόμων με το κοινωνικό τους περιβάλλον, αφετέρου με την ρύθμιση των συναισθημάτων από τα ίδια τα άτομα προκειμένου να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις του περιβάλλοντος.

2.4.2 Θεωρία των Βασικών Συναισθημάτων του Paul Ekman

Το βιβλίο του Δαρβίνου «Η έκφραση των συναισθημάτων στους ανθρώπους και τα ζώα» (1872) γίνεται αντικείμενο εξέτασης και επανεκδίδεται με επιμέλεια του Paul Ekman (1995) [17] πρωτοπόρου μελετητή και υπέρμαχου της θεωρίας του «παγκόσμιου» χαρακτήρα των συναισθημάτων. Ο Paul Ekman (1972) [11, 12], εμπνευσμένος από την προσέγγιση του Δαρβίνου, εκλαμβάνει τις συναισθηματικές εκφράσεις ως σύνθετες απαντήσεις, που συναντώνται σε όλους τους ανθρώπινους πληθυσμούς, οι οποίες ελέγχονται από μηχανισμούς που λειτουργούν ασυνείδητα. Ο Ekman επινοεί έναν κατάλογο βασικών συναισθημάτων μετά από μια διαπολιτισμική έρευνα που έκανε σε άτομα της φυλής Παπούα στη Νέα Γουίνέα. Πιο συγκεκριμένα το 1971 οι Paul Ekman και Wallace Friesen [17] ζήτησαν από τα άτομα της φυλής Παπούα (τα οποία δεν διέθεταν υψηλό έως καθόλου μορφωτικό επίπεδο) να εξετάσουν κάποιες φωτογραφίες ανθρώπων που έφεραν ένα συγκεκριμένο συναίσθημα και συγκεκριμένες εκφράσεις του προσώπου. Οι φωτογραφίες αυτές είχαν προηγουμένως χρησιμοποιηθεί ως αντικείμενα μελέτης και στον Δυτικό Πολιτισμό. Όταν οι δύο ερευνητές ζήτησαν από τα άτομα αυτά να διαλέξουν δύο με τρεις φωτογραφίες με γνώμονα ένα συγκεκριμένο συναίσθημα που

εκφραζόταν από την ιστορία της φωτογραφίας, οι επιλογές των ατόμων της φυλής ταίριαζαν με τις επιλογές των ατόμων από τον Δυτικό Πολιτισμό. Τα αποτελέσματα αυτά αποδεικνύουν ότι ορισμένες εκφράσεις είναι παγκοσμίως συσχετισμένες με συγκεκριμένα συναισθήματα ακόμη και σε περιπτώσεις στις οποίες οι άνθρωποι που εξετάστηκαν είχαν λίγο ή και καθόλου επαφή με τον Δυτικό Πολιτισμό. Τα μόνα συναισθήματα που δυσκόλεψαν στην διάκριση τους τα άτομα της Παπούα ήταν αυτά του φόβου και της έκπληξης. Έτσι, ο Ekman σημειώνει ότι ενώ οι καθολικές εκφράσεις δεν αποδεικνύουν απόλυτα την θεωρία του Δαρβίνου, εντούτοις παρέχονται ισχυρές ενδείξεις για την δυνατότητα αυτή. Καταλήγει λοιπόν στο συμπέρασμα ότι, η έκφραση μέσω του προσώπου μερικών βασικών συναισθημάτων είναι έμφυτη. Με αυτόν τον τρόπο, ο Ekman επιβεβαιώνει ερευνητικά την ύπαρξη τουλάχιστον έξι βασικών συναισθημάτων: Της χαράς, της έκπληξης, του φόβου, της λύπης, του θυμού, της απέχθειας. Σύμφωνα λοιπόν με τον Ekman, υπάρχουν έξι βασικά συναισθήματα τα οποία εμφανίζονται σε όλους τους υπάρχοντες πολιτισμούς ανάλογα με τη βιολογική ηλικία του ατόμου και απεικονίζονται με τις ίδιες εκφράσεις προσώπου παγκοσμίως. Επιπλέον επιβεβαιώνει τις προτάσεις του με διάφορα ερευνητικά ευρήματα που υποστηρίζουν ότι, το αυτόνομο νευρικό σύστημα ενεργοποιεί διαφορετικές φυσιολογικές αντιδράσεις για καθένα από τα συναισθήματα του φόβου, του θυμού, της απέχθειας και της λύπης. Τόσο ο Ekman όσο και Friesen προκείμενου να εξάγουν τα συμπεράσματα τους γύρω από την θεωρία των βασικών συναισθημάτων εξέτασαν συστηματικά το πρόσωπο και βρήκαν τις κύριες εκφράσεις που δηλώνουν συναισθήματα.

2.4.3 Διαστατικές αναπαραστάσεις

Κύριο χαρακτηριστικό της διαστατικής αναπαράστασης είναι ότι είναι συνεχής, σε αντίθεση με τις κατηγορίες ή τις ετικέτες οι οποίες, όπως είδαμε και στην ενότητα 1.6, είναι διακριτές. Η διαστατική αναπαράσταση εστιάζει σε μετρήσιμες παραμέτρους που παρατηρούνται σε συναισθηματικά επεισόδια και στο πώς αυτές συσχετίζονται. Κάθε συναισθήματα απεικονίζεται σαν σημείο σε έναν πολυδιάστατο χώρο.

Ο πρώτος που εισήγαγε την ιδέα της διαστατικής αναπαράστασης ήταν ο Wundt το 1903. Αργότερα ο Schlossberg πρότεινε την δυσδιάστατη αναπαράσταση για τον καθορισμό των εκφράσεων του προσώπου, την απόλαυση/δυσαρέσκεια (pleasure/displeasure) και την προσοχή/απόρριψη (attention/reject). Στη συνέχεια εισήγαγε και μια τρίτη διάσταση, την ενεργοποίηση (activation). Μεταγενέστεροι ερευνητές, όπως ο Russel και Whissel, πρότειναν την απεικόνιση των συναισθημάτων σε δύο διαστάσεις και μάλιστα σαν σημεία σε κυκλικό δίσκο. Ο Plutchik πρότεινε τρισδιάστατες απεικονίσεις που οδήγησαν σε κωνικά μοντέλα.

Για την επαλήθευση των παραπάνω μοντέλων οι ερευνητές χρησιμοποίησαν ποικίλες μεθόδους με επικρατέστερη αυτή της παρατήρησης των εκφράσεων του προσώπου.

2.4.4 Τροχός συναισθημάτων Whissel

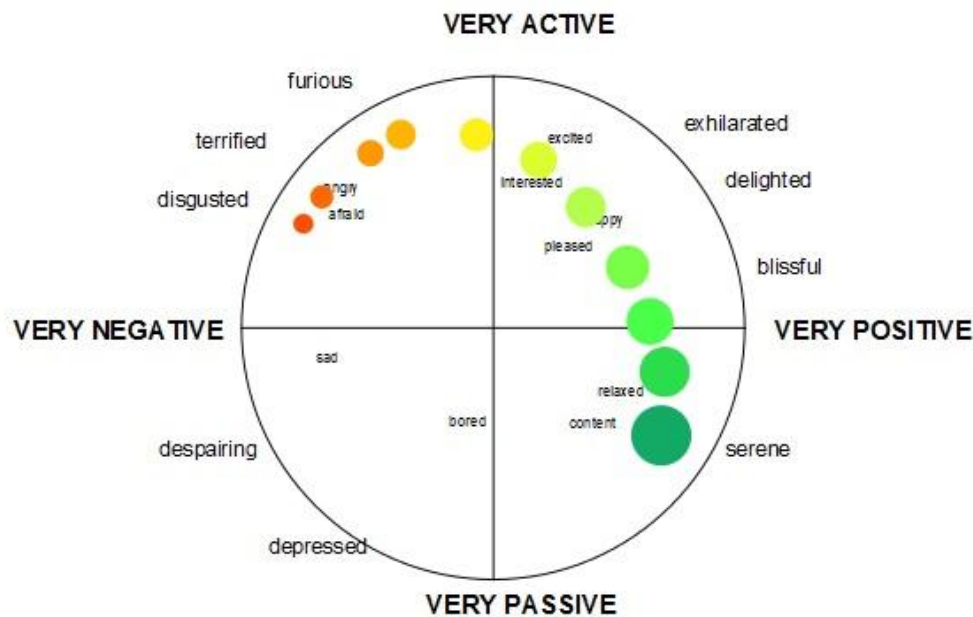
Η Whissel (1989) προσέγγισε το θέμα της αναπαράστασης του συναισθήματος με το επίπεδο Δραστηριοποίησης και Αποτίμησης (Activation-Evaluation space), που είναι ανάλογο της θεωρίας *Ευχαρίστησης - Διέγερσης*. Το επίπεδο Δραστηριοποίησης και Αποτίμησης αναπαριστά τις συναισθηματικές καταστάσεις σε 2 διαστάσεις:

- Ο όρος «Δραστηριοποίηση» (Activation) αναπαριστά πόσο δυναμικό έχει η συναισθηματική κατάσταση του ατόμου. Η ευτυχία έχει υψηλό δείκτη δραστηριοποίησης ενώ στον αντίποδα η ανία έχει χαμηλό δείκτη. Ξεκινάει από το πολύ ενεργό και καταλήγει στο πολύ παθητικό
- Ο όρος «Αποτίμηση» (Evaluation) είναι πολύ σφαιρικός και αναπαριστά το κατά πόσον είναι θετικό ή αρνητικό το αίσθημα που απορρέει από μια συναισθηματική κατάσταση. Ξεκινάει από το πολύ θετικό και καταλήγει στο πολύ αρνητικό.

Το κέντρο του κύκλου δείχνει κατά κάποιον τρόπο την συναισθηματική ουδετερότητα. Το επίπεδο περιλαμβάνει και άλλα χαρακτηριστικά όπως το χρώμα σε κάθε θέση βάσει της χρωματικής κωδικοποίησης που εισήγαγε ο Plutchik(1997). Όταν ο δείκτης βρίσκεται σε μία θέση που αναφέρεται σε θετικά συναισθήματα χρωματίζεται πράσινος. Κόκκινος είναι σε περιοχές όπου υπάρχουν αρνητικά συναισθήματα και κίτρινο σε θέσεις όπου τα συναισθήματα είναι ενεργά και μπλε εκεί που είναι παθητικά [30].

Για παράδειγμα η χαρά έχει πολύ θετική αποτίμηση ενώ η απόγνωση παρουσιάζει πολύ αρνητική αποτίμηση. Διάφορες τεχνικές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι ο κάθε συναισθηματικός όρος-λέξη έχει μια θέση πάνω στον συναισθηματικό χώρο και κάθε σημείο περιγράφεται από δύο συνιστώσες που είναι οι δύο διαστάσεις.

Θεωρητικά το επίπεδο είναι κυκλικό και η περίμετρος του ορίζεται από τις ακραίες συναισθηματικές καταστάσεις. Οι καταστάσεις αυτές περιγράφονται από σημεία που ισαπέχουν από το ουδέτερο συναισθηματικό σημείο (αρχή των αξόνων) (Εικόνα 6).



Εικόνα 6: Η αναπαράσταση του επιπέδου Activation-Evaluation, Feeltrace [30]

Το σχήμα αυτό αποτελεί ένα στιγμιότυπο από το εργαλείο Feeltrace [30]. Πρόκειται για ένα γραφικό περιβάλλον που επιτρέπει τον χαρακτηρισμό (επισημείωση) δεδομένων που περιέχουν συναισθηματικές συμπεριφορές σε πραγματικό χρόνο. Οι χρήστες του εργαλείου παρακολουθούν βίντεο, τα οποία περιέχουν ανθρώπους που εκφράζουν κάποιο συναίσθημα και σημειώνουν τα συναισθήματα που αναγνωρίζουν την ώρα που τα παρακολουθούν στην οθόνη. Το εργαλείο διατηρεί πληροφορίες συγχρονισμού της επισημείωσης με τη χρονική στιγμή του βίντεο στην οποία αντιστοιχεί. Πιο απλά, όταν κάποιος δείχνει αηδιασμένος, ο χρήστης του Feeltrace θα κάνει κλικ στο δεύτερο τεταρτημόριο του κύκλου στην περιοχή που αντιστοιχεί στην απέχθεια. Ο χρήστης είναι εκ των προτέρων εκπαιδευμένος και εξοικειωμένος με τη λειτουργία του εργαλείου, ενώ το γραφικό περιβάλλον και η χρωματική κωδικοποίηση των συναισθημάτων μέσα στον κύκλο τον βοηθούν να χαρακτηρίζει σε πραγματικό χρόνο τη συναισθηματική πληροφορία που αναγνωρίζει στην οθόνη.

Πολλοί ερευνητές υιοθετούν τη θεωρία της Whissel και περιγράφουν το συναίσθημα με ένα σύνολο δύο ή περισσότερων διαστάσεων. Οι πιο συνηθισμένες δύο διαστάσεις για την περιγραφή του συναισθήματος, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, είναι η **activation** (ενεργοποίηση του επιπέδου ενθουσιασμού -ένταση) και **evaluation** (η θετική ή αρνητική χροιά του συναισθήματος). Για να γίνουν περισσότερο κατανοητές αυτές οι έννοιες αναφέρουμε κάποια παραδείγματα: ο θυμός και ο φόβος ανήκουν στην κατηγορία 'υψηλό activation και

αρνητικό evaluation' (negative active), η χαρά ανήκει στην κατηγορία 'υψηλό activation και θετικό evaluation' (positive active) και η λύπη ανήκει στην κατηγορία 'χαμηλό activation και αρνητικό evaluation' (negative passive) (εικόνα 7).



Anger: Negative Active



Joy: Positive Active



Sadness: Negative Passive



Pragmatic

Εικόνα 7: Παραδείγματα επιπέδου Activation-Evaluation

Πέρα όμως από τη συγκεκριμένη προσέγγιση, πολλοί άλλοι ερευνητές ασχολήθηκαν με τη θεωρία των συναισθημάτων και διατύπωσαν τις θεωρίες τους. Ανάμεσά τους ξεχωρίζουμε τον Plutchik ο οποίος στην ψυχολογική του θεωρία για τα συναισθήματα διατύπωσε δέκα βασικά αξιώματα τα οποία θα δούμε παρακάτω.

2.4.5 Τροχός συναισθημάτων του Plutchik

Ο Αμερικανός ψυχολόγος Robert Plutchik (1980) είναι γνωστός για τη θεωρία που διατύπωσε σχετικά με τα συναισθήματα, η οποία έχει τη βάση της στην εξελικτική ψυχολογία.

Ο Plutchik υποστήριξε ότι υπάρχουν οχτώ βασικά συναισθήματα, το καθένα εκ των οποίων είναι μια προσαρμογή λόγω της εξέλιξης των ειδών. Υποστήριξε επίσης ότι και τα οχτώ συναισθήματα μπορούν να παρατηρηθούν σε όλους τους οργανισμούς. Σε αντίθεση δηλαδή με τις υπόλοιπες εξελικτικές θεωρίες συναισθημάτων που συνήθως διατυπώνουν ότι τα συναισθήματα είναι αποτέλεσμα της φυσικής επιλογής που πραγματοποιήθηκε στα πρώιμα ανθρωποειδή, ο Plutchik θεώρησε ότι η διαδικασία της φυσικής επιλογής άρχισε πολύ νωρίτερα με αποτέλεσμα οι προσαρμογές-συναισθήματα να είναι κοινά σε περισσότερα είδη και όχι μόνο στον άνθρωπο. Τοποθετεί της εξέλιξη των συναισθημάτων στην Κάμβρια περίοδο, χονδρικά 550 εκατομμύρια χρόνια πριν. Για να δώσει έμφαση στον πρωτόγονο χαρακτήρα των συναισθημάτων, παραλλήλισε τα συναισθήματα με την ύπαρξη του DNA ή τους πνεύμονες,

χαρακτηριστικά τόσο σημαντικά για τη ζωή που από τη στιγμή που εμφανίστηκαν έχουν διατηρηθεί στα είδη που τα κατείχαν. Με τον ίδιο τρόπο θεωρεί ότι τα συναισθήματα είναι απαραίτητα στους οργανισμούς και έχουν εξελιχθεί ώστε να αυξάνουν την *ικανότητα ατομικής επιβίωσης* και την *αναπαραγωγική ικανότητα* των ζώων.

Η ψυχολογική θεωρία του Plutchik (1980) σχετικά με τα βασικά συναισθήματα, έχει δέκα αξιώματα [3]:

1. Η έννοια του συναισθήματος ισχύει σε όλα τα εξελικτικά επίπεδα σε περιπτώσεις ανθρώπων, αλλά και ζώων.
2. Τα συναισθήματα παρουσιάζουν μία εξελικτική πορεία και δημιουργούν ποικιλία εκφράσεων.
3. Τα συναισθήματα βοήθησαν τους διάφορους οργανισμούς να αντιμετωπίσουν ζητήματα επιβίωσης που δημιουργήθηκαν από το περιβάλλον.
4. Παρά τις διαφορετικές μορφές έκφρασης των συναισθημάτων στα διαφορετικά είδη, υπάρχουν ορισμένα κοινά στοιχεία ή πρότυπα προσδιορίσιμα.
5. Υπάρχει ένας μικρός αριθμός βασικών συναισθημάτων.
6. Όλα τα άλλα συναισθήματα είναι μίξεις καταστάσεων ή παράγωγες περιπτώσεις, δηλαδή προκύπτουν από τα βασικά συναισθήματα ή από συνδυασμό αυτών.
7. Τα βασικά συναισθήματα είναι υποθετικά κατασκευάσματα ή ιδανικές περιπτώσεις, των οποίων οι ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά μπορούν να προκύψουν από διαφορετικά είδη.
8. Τα βασικά συναισθήματα μπορούν να θεωρηθούν ως αντίθετοι πόλοι συγκεκριμένων ζευγών.
9. Όλα τα συναισθήματα διαφοροποιούνται στο βαθμό ομοιότητας του ενός με το άλλο.
10. Κάθε συναίσθημα μπορεί να υπάρξει σε διαφορετικούς βαθμούς έντασης και με διαφορετικά επίπεδα διέγερσης.

Ο Plutchik θεωρεί ως βασικά συναισθήματα τα εξής: αποδοχή (acceptance), θυμός (anger), αναμονή (anticipation), απέχθεια (disgust), χαρά (joy), φόβος (fear), λύπη (sadness), έκπληξη (surprise).

Όπως διατυπώθηκε στο 8^ο αξίωμα της θεωρίας, τα συναισθήματα συνδυάζονται ανά δύο για να σχηματίσουν ζεύγη διπόλων, δηλαδή ζεύγη εξ' ορισμού αντίθετων συναισθημάτων. Τα ζεύγη των αντίθετων συναισθημάτων είναι:

- Χαρά – Λύπη
- Εμπιστοσύνη/Αποδοχή – Απέχθεια
- Προσμονή – Έκπληξη
- Θυμός – Φόβος

Στη θεωρία του Plutchik γίνεται λόγος για προσαρμογές λόγω εξέλιξης, οπότε από αυτήν την οπτική, που εστιάζει στο λειτουργικό ρόλο των συναισθημάτων, τα συναισθήματα είναι προσαρμοσμένες συμπεριφορές των διαφόρων ειδών ζώων. Ο όρος «συναίσθημα» υπό τη στενή του έννοια χρησιμοποιείται για να περιγράψει αυτές τις συμπεριφορές στους ανθρώπους. Φυσικά ο Plutchik αναγνωρίζει ότι δεν εμφανίζουν όλα τα είδη τις ίδιες συμπεριφορές. Τα συναισθήματα των ανθρώπων είναι πολύ πιο πολύπλοκα από τις συμπεριφορές που εντοπίζονται σε άλλα είδη, που βρίσκονται χαμηλότερα στην εξελικτική κλίμακα. Οι βασικοί όμως μηχανισμοί λειτουργίας, υποστηρίζει, μένουν αναλλοίωτοι σε όλα τα ζώα, μέχρι και τους ανθρώπους.

Ο Plutchik ανέφερε στο 6^ο αξίωμα την ύπαρξη πολλών ακόμη ενδιάμεσων συναισθημάτων, που υποστηρίζει ότι είναι συνδυασμοί των βασικών συναισθημάτων, ή παραλλαγές με αυξομειώσεις στην ένταση του συναισθήματος. Για παράδειγμα ο φόβος και η λύπη συνδυάζονται σε απόγνωση, η ενόχληση είναι πιο ήπια μορφή του θυμού.

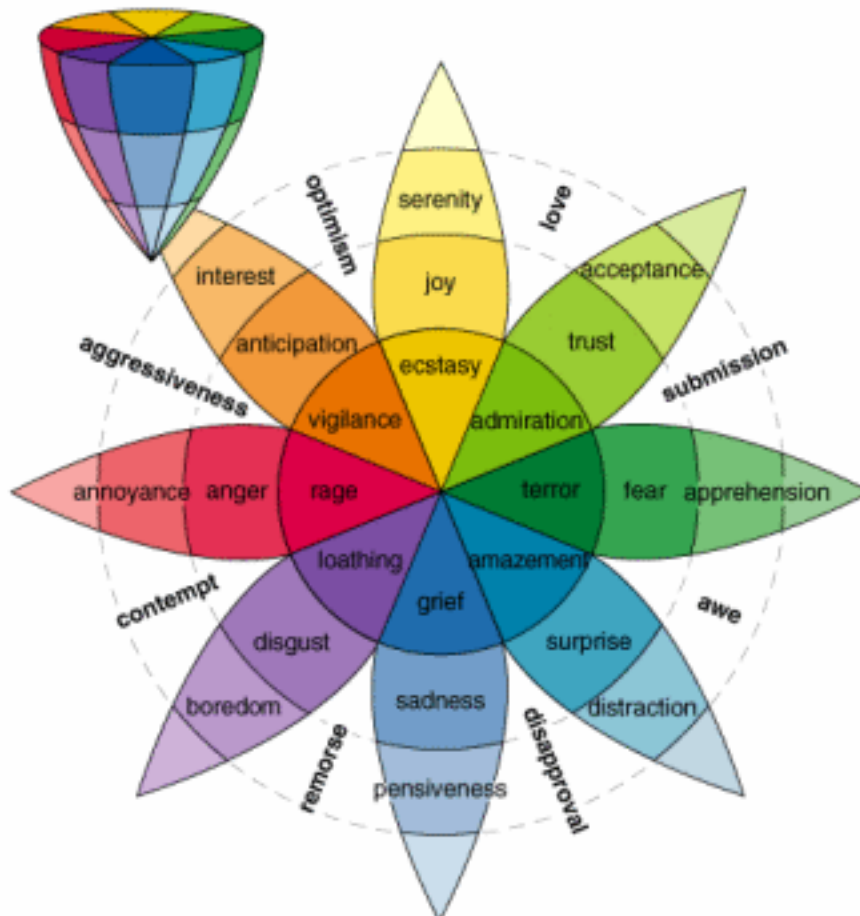
Ο Plutchik συστηματοποίησε αυτή τη γνώση σε πρωτογενείς, δευτερογενείς και τριτογενείς δυάδες. Κατέγραψε τους συνδυασμούς των οχτώ βασικών συναισθημάτων και το παραγόμενο συναίσθημα για κάθε συνδυασμό. Αν τα συναισθήματα που συμμετέχουν στον συνδυασμό είναι γειτονικά πάνω στον τροχό συναισθημάτων (Εικόνα 8) τότε γίνεται λόγος για τις πρωτογενείς δυάδες. Αν παρεμβάλλεται ένα συναίσθημα μεταξύ τους τότε ονομάζονται δευτερογενείς δυάδες, ενώ όταν παρεμβάλλονται δύο συναισθήματα μεταξύ τους, ονομάζονται τριτογενείς δυάδες. Θεωρητικά λόγω εγγύτητας των γειτονικών συναισθημάτων, οι πρωτογενείς δυάδες είναι συναισθήματα που βιώνουμε πιο συχνά από τις δευτερογενείς και τις τριτογενείς δυάδες.

Πίνακας 2: Συνδυασμοί των οχτώ βασικών συναισθημάτων κατά τον Plutchik

Πρωτογενείς Δυάδες (συχνά)	Δευτερογενείς Δυάδες (περιστασιακά)	Τριτογενείς Δυάδες (σπάνια)
Joy & Trust	Joy & Fear	Joy & Surprise
Love	Guilt	Delight
Trust & Fear	Trust & Surprise	Trust & Sadness
Submission	Curiosity	Sentimentality
Fear & Surprise	Fear & Sadness	Fear & Disgust
Alarm	Despair	Shame
Surprise & Sadness	Surprise & Disgust	Surprise & Anger
Disappointment	?	Outrage
Sadness & Disgust	Sadness & Anger	Sadness & Anticipation
Remorse	Envy	Pessimism
Disgust & Anger	Disgust & Anticipation	Disgust & Joy
Contempt	Cynicism	Morbidness
Anger & Anticipation	Anger & Joy	Anger & Trust
Aggression	Pride	Dominance
Anticipation & joy	Anticipation & Trust	Anticipation & Fear
Optimism	Fatalism	Anxiety

Ένα πολύ γνωστό στοιχείο της θεωρίας του Plutchik είναι η γραφική απεικόνιση της θεωρίας του. Πρόκειται για τον 'Τροχό Συναισθημάτων του Plutchik, που οπτικοποιεί με κατανοητό τρόπο πολλές πτυχές της θεωρίας του. Πρότεινε ένα κωνικό μοντέλο τριών διαστάσεων και το δυσδιάστατο ανάπτυγμα του κώνου που είναι παρεμφερές με ένα μοντέλο τροχού, για να περιγράψει τις σχέσεις των συναισθημάτων.

Η πληροφορία για τους συνδυασμούς συναισθημάτων και κατ' επέκταση για ολόκληρο το φάσμα των συναισθημάτων αποτυπώνεται με πολύ αποδοτικό τρόπο καθώς ο τροχός συναισθημάτων συνδέεται με ένα χρωματικό τροχό. Όπως και στη θεωρία χρωμάτων, τα βασικά συναισθήματα μπορούν να εκφραστούν με διαφορετικές εντάσεις, ισοδύναμο των διαφορετικών φωτεινότητων, και διάφορα (πρωταρχικά) συναισθήματα μπορούν να αναμιχθούν για να δώσουν καινούριες, διαφορετικές χροίες συναισθημάτων. Οι οχτώ τομείς του κύκλου αποδίδουν προφανώς τα οχτώ βασικά συναισθήματα. Στο κεντρικό κύκλο βρίσκονται τα βασικά συναισθήματα όπως ορίζονται στη συγκεκριμένη προσέγγιση και παρουσιάζονται αντιδιαμετρικά ως ζευγάρια αντιθέτων. Τα συναισθήματα που βρίσκονται στο λευκό κομμάτι είναι μίγμα δύο βασικών συναισθημάτων (δυάδες βασικών).

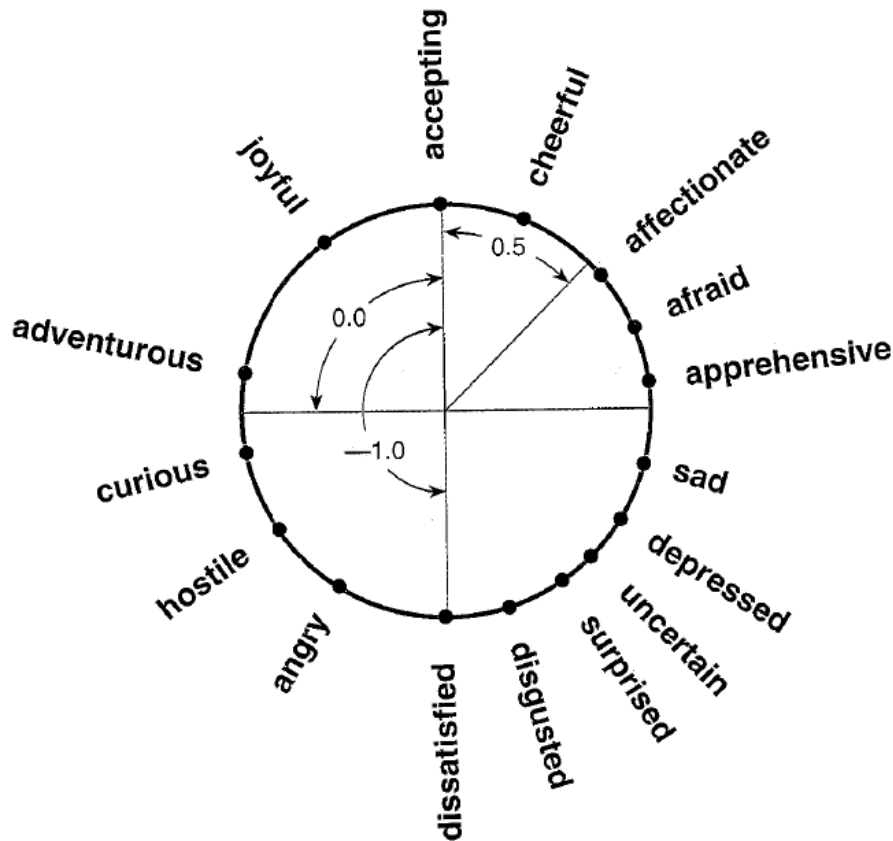


Εικόνα 8: Κώνος και τροχός συναισθημάτων του Robert Plutchik

Στο τρισδιάστατο μοντέλο, η κάθετη διάσταση αντιπροσωπεύει την ένταση του συναισθήματος και αποδίδεται με διαφορές στη φωτεινότητα του χρώματος. Όσο πιο ψηλά κινούμαστε στον κώνο, τόσο πιο έντονο γίνεται το συναίσθημα και το χρώμα. Η κυκλική διάταξη των συναισθημάτων αντιπροσωπεύει τη συνάφεια και το βαθμό ομοιότητας των συναισθημάτων. Αποδίδεται με τη μετάβαση από κάποιο χρώμα σε χρώμα που είναι κοντά του στο χρωματικό φάσμα. Συναισθήματα που γειτνιάζουν έχουν υψηλότερους βαθμούς ομοιότητας και μεγαλύτερη συνάφεια. Συναισθήματα που είναι αντιδιαμετρικά τοποθετημένα είναι τα διπολικά συναισθήματα που είναι αντιμαχόμενα και θεωρείται ότι δεν εμφανίζονται ταυτόχρονα. Τα αντίστοιχα χρώματα είναι συμπληρωματικά [3].

Για να ερευνηθούν οι σχέσεις ανάμεσα στα διάφορα συναισθήματα, έγιναν μελέτες στις οποίες ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να εκτιμήσουν το βαθμό ομοιότητας μεταξύ συγκεκριμένων συναισθημάτων, ανά ζεύγη. Η χρήση μιας κλίμακας βαθμολόγησης για την

ομοιότητα οδήγησε στον εμπειρικό προσδιορισμό των θέσεων των συναισθημάτων πάνω στο δυσδιάστατο επίπεδο. Οι γωνιακές θέσεις φαίνονται στην εικόνα 9. Αντίθετα συναισθήματα βαθμολογούνται με βαθμό ομοιότητας -1.0, ενώ ταυτόσημες συναισθήματα βαθμολογούνται με +1.0 που είναι ο μέγιστος βαθμός. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα συναισθήματα δεν είναι ομοιοκατανομημένα στο χώρο, σε ίσες γωνίες όπως στο θεωρητικό μοντέλο αναπαράστασης. Αντίθετα υπάρχουν πιο πυκνές ή λιγότερο πυκνές περιοχές. Οι γωνιακές μετρήσεις βρίσκουν εφαρμογή σε πρακτικές υλοποιήσεις που χρειάζονται ποσοτική αναπαράσταση των συναισθημάτων.



Εικόνα 9: Προσδιορισμός γωνιακών θέσεων συναισθημάτων

2.4.6 Αναπαράσταση PAD

Το μοντέλο PAD είναι ένα εξαιρετικά γενικό αλλά ακριβές σύστημα που χρησιμοποιείται για την περιγραφή των συναισθηματικών καταστάσεων. Τρεις βασικές διαστάσεις χρησιμοποιούνται: Της υψηλής/χαμηλής Ικανοποίησης, της υψηλής/χαμηλής Ενεργοποίησης και της υψηλής/χαμηλής Κυριαρχίας (Pleasure/Displeasure-Arousal/Nonarousal-Dominance/Submissiveness). Όπως σε όλες τις διαστατικές προσεγγίσεις, τα συναισθήματα παριστάνονται σε έναν τρισδιάστατο χώρο σαν σημεία.

Όταν οι τιμές PAD έχουν κανονικοποιηθεί, κάθε συναισθηματικός όρος μπορεί να περιγραφεί με σαφήνεια με την χρήση των τιμών του στους άξονες των τριών διαστάσεων του μοντέλου. Για παράδειγμα ο θυμός αντιπροσωπεύεται από χαμηλή ικανοποίηση, υψηλή ενεργοποίηση και υψηλή κυριαρχία (-P,+A,+D). Ο φόβος, παριστάνεται ως (-P,+A,-D). Η διαφορά θυμού και φόβου έγκειται στο γεγονός ότι ο θυμός περιλαμβάνει υψηλότερα συναισθήματα κυριαρχίας από τον φόβο. Ακριβέστερα [35]:

$$\text{Anger} = -.51 * P + .59 * A + .25 * D$$

$$\text{Fear} = -.64 * P + .60 * A + .43 * D$$

Βλέπουμε ότι ο φόβος βρίσκεται σε χαμηλότερο επίπεδο ικανοποίησης, περίπου το ίδιο επίπεδο ενεργοποίησης και σε πολύ χαμηλότερο επίπεδο κυριαρχίας από τον θυμό. Οι τιμές βέβαια είναι ενδεικτικές και εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες όπως το εννοιολογικό πλαίσιο και ο τρόπος μέτρησης τους.

Στο πλαίσιο του μοντέλου PAD, ορίζονται οχτώ βασικές και κοινές ποικιλίες συναισθημάτων όπως αυτές προκύπτουν από όλους τους δυνατούς συνδυασμούς της υψηλής/χαμηλής ικανοποίησης (+P,-P), της υψηλής/χαμηλής ενεργοποίησης (+A,-A) και της υψηλής χαμηλής/κυριαρχίας (+D,-D). Για παράδειγμα, οι καταστάσεις αγωνίας ανήκουν στον ογδομόριο (-P,+A,-D) και περιλαμβάνουν τα συναισθήματα όπως δυστυχία, οδύνη ή δυσάρεστη αμηχανία.

2.5 Θεωρία Schachter-Singer

Η έρευνα στην κοινωνική ψυχολογία ερμηνεύει τα συναισθήματα ως ένα συνδυασμό της φυσιολογικής διέγερσης και της γνωστικής ερμηνείας. Η πρώτη θεωρία που υιοθετεί αυτή την άποψη είναι η θεωρία των Schachter-Singer [3]. Στην ανάλυση τους, σχολιάζοντας τις μέχρι τότε επικρατούσες θεωρίες κυρίως των James-Lange, σημειώνουν ότι το ευρύ φάσμα συναισθημάτων, διαθέσεων και συγκινησιακών καταστάσεων δε συνοδεύεται από αντίστοιχη ποικιλομορφία σωματικής διέγερσης των εσωτερικών οργάνων. Η διαπίστωση αυτή οδηγεί στην υπόθεση ότι οι γνωστικοί παράγοντες ενδέχεται να έχουν σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό της συναισθηματικής κατάστασης.

Στη θεωρία που πρότειναν, διατύπωσαν την ιδέα ότι η εμπειρία ενός συναισθήματος είναι συνάρτηση δύο παραγόντων. Της σωματικής διέγερσης και της γνωστικής διεργασίας που σχετίζεται με αυτήν την διέγερση, όπως είναι για παράδειγμα η συλλογιστική, η εκλογίκευση, η ανάκληση της μνήμης. Για το λόγο αυτό η θεωρία Schachter-Singer είναι γνωστή και ως θεωρία δύο παραγόντων (Two-Factor Theory).

Σύμφωνα με τη θεωρία Schachter-Singer, για να βιώσει το άτομο ένα συναίσθημα πρέπει να διεγερθεί σωματικά και στη συνέχεια, να αναγνωρίσει και να ερμηνεύσει γνωστικά και κοινωνικά τη διέγερση αυτή. Η συγκεκριμένη διέγερση θεωρείται ίδια για όλα τα συναισθήματα. Έτσι, κατά τη συναισθηματική έκφραση του προσώπου, η διέγερση των μυών του προσώπου, η οποία είναι υπεύθυνη για την έκφραση ορισμένων συναισθημάτων, θα είναι παρόμοια στο φόβο, στη χαρά, στο θυμό κ.λ.π.

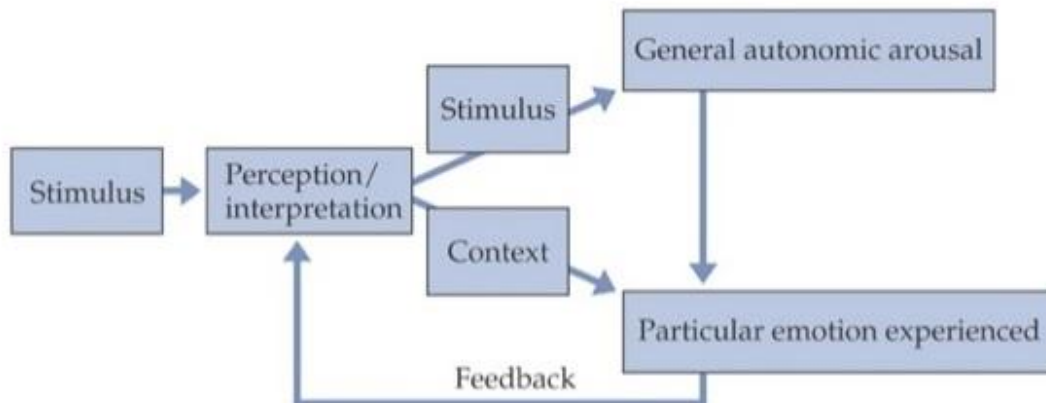
Οι Schachter και Singer σχεδίασαν μια μελέτη όπου χορήγησαν επινεφρίνη στους συμμετέχοντες για να μελετήσουν τις επιδράσεις της σωματικής διέγερσης και να επιβεβαιώσουν τις εξής τρεις υποθέσεις:

Όταν το υποκείμενο άτομο δεν έχει άμεση εξήγηση για την κατάσταση σωματικής διέγερσης που βιώνει, θα ταυτοποιήσει την κατάσταση του και θα περιγράψει τα συναισθήματα του σε σχέση με τις γνωσιακές πληροφορίες που είναι διαθέσιμες στο περιβάλλον εκείνη τη στιγμή. Στην περίπτωση που το υποκείμενο άτομο έχει κατάλληλη εξήγηση για τη σωματική του διέγερση, είναι απίθανο να αναζητήσει εναλλακτική γνωσιακή ετικέτα για τη διεγερμένη κατάσταση του. Κάτω από τις ίδιες γνωσιακές περιβαλλοντικές συνθήκες, το υποκείμενο άτομο θα αντιδράσει συναισθηματικά μόνο στο βαθμό που βιώνει συναισθηματική διέγερση.

Η θεωρία των Schachter-Singer συμφωνεί με τη θεωρία James-Lange στο ότι οι άνθρωποι συνάγουν το συμπέρασμα πως βιώνουν ένα συναίσθημα όταν αντιλαμβάνονται τη σωματική διέγερση. Επίσης συμφωνούν και με τη θεωρία των Cannon-Bard στο ότι το ίδιο μοτίβο σωματικής διέγερσης μπορεί να προκαλέσει διαφορετικά συναισθήματα, καθώς η εμπειρία του συναισθήματος εξαρτάται από τη γνωσιακή αποτίμηση του περιβάλλοντος.

Η θεωρία Schachter-Singer είχε σημαντική επιρροή καθώς στάθηκε αφορμή για την έρευνα του ρόλου της γνωσιακής αποτίμησης στη δημιουργία του συναισθήματος. Ωστόσο κάποιες άλλες έρευνες δεν επιβεβαίωσαν αλλά ούτε και διέψευσαν τη θεωρία δύο παραγόντων.

Σύμφωνα με τα παραπάνω ισχύει η εξής αλληλουχία:



Εικόνα 10: θεωρία Schachter-Singer [32]

Το παράδειγμα του φόβου που χρησιμοποιήθηκε και παραπάνω διαμορφώνεται τώρα ως εξής: Εντοπίζεται η αρκούδα → απελευθερώνεται αδρεναλίνη → η καρδιά αρχίζει να χτυπά γρηγορότερα → η θέα της αρκούδας ασυνείδητα ερμηνεύεται ως κάτι επικίνδυνο → εκ των υστέρων προκύπτει το συναίσθημα του φόβου [3].

Μεταγενέστερες μελέτες έχουν δείξει ότι η σχέση για την ταυτοποίηση του συναισθήματος είναι πιο περίπλοκη από τους δύο παράγοντες της θεωρίας. Πολλοί ψυχολόγοι πιστεύουν ότι η διαδικασία για την επεξήγηση μιας σωματικής διέγερσης δεν περιορίζεται μόνο στην αναζήτηση στοιχείων στο άμεσο περιβάλλον, αλλά το υποκείμενο άτομο αναζητεί επεξήγηση και με άλλους μηχανισμούς, για παράδειγμα ανακαλεί παρόμοιες εμπειρίες που βίωσε στο παρελθόν.

2.6 Μοντέλα Γνωστικής Αξιολόγησης

Οι περισσότερες θεωρίες για το συναίσθημα στηρίζονται στην ιδέα της σύνδεσης των συναισθημάτων με συγκεκριμένα γεγονότα. Κάθε μία ορίζει ένα διαφορετικό σύνολο συνιστωσών που απαρτίζουν αυτή τη διαδικασία αξιολόγησης. Υπάρχει όμως μια κεντρική ιδέα που τις διέπει: *μπορούμε να διακρίνουμε τις συναισθηματικές καταστάσεις ανάλογα με το ποιες συνιστώσες αξιολόγησης συμμετέχουν στη εκάστοτε συναισθηματική εμπειρία* [15]. Πολλοί ερευνητές όπως ο Lazarus, ο Scherer, ο Roseman και ο Ellsworth υποδεικνύουν ένα σύνολο συνιστωσών τις οποίες θεωρούν ανεξάρτητες της κατάστασης και των συνθηκών κάτω από τις οποίες εξελίσσεται ένα συναισθηματικό επεισόδιο. Θεωρούν ότι αν άνθρωποι από διαφορετικές κουλτούρες αξιολογούν μία κατάσταση με τον ίδιο τρόπο, τότε θα βιώσουν το ίδιο συναίσθημα. Αν βιώσουν διαφορετικό συναίσθημα, τότε θα έχουν αξιολογήσει και την κατάσταση διαφορετικά.

Σε αντίθεση με τους υποστηρικτές των θεωριών αξιολόγησης με πεπερασμένες συνιστώσες, υπάρχουν και ερευνητές που πιστεύουν ότι το πλήθος των δυνατών διαστάσεων αξιολόγησης είναι και ο αριθμός των διαφορετικών δυνατών συναισθηματικών εμπειριών (όπως ο Ortony).

2.6.1 Θεωρία Ortony, Clore και Collins

Θεωρείται μία από τις πιο χαρακτηριστικές θεωρίες αξιολόγησης, κυρίως λόγω της δομής της θεωρίας. Ο λόγος που διατυπώνεται καθιστά τις αρχές τις εύκολα μετατρέψιμες σε προτάσεις ενός υπολογιστικού μοντέλου, κυρίως στις περιπτώσεις μοντελοποίησης της συμπεριφοράς εικονικών χαρακτήρων. Σύμφωνα με τη θεωρία OCC τα συναισθήματα αναπτύσσονται σαν

συνέπειες σε συγκεκριμένες γνωστικές διεργασίες και ερμηνείες. Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία τρεις παράμετροι καθορίζουν τις γνωστικές διεργασίες: τα γεγονότα, τα άτομα και τα αντικείμενα [41]. Τα συναισθήματα είναι ή θετικές ή αρνητικές αντιδράσεις των ατόμων απέναντι στην εκάστοτε κατάσταση. Ουσιαστικά, τα συναισθήματα αντιπροσωπεύουν τις αντιδράσεις των ατόμων ανάλογα με τις αντιλήψεις που έχουν για τον κόσμο. Οι Ortony, Clore και Collins υποστηρίζουν τη γενικότητα των συναισθηματικών μηχανισμών αλλά όχι την οικουμενικότητά τους. Ο τρόπος που σκεφτόμαστε για τα συναισθήματα δεν είναι απόλυτος, ούτε οι λέξεις που χρησιμοποιούμε για να τα περιγράψουμε. Τα συναισθήματα δεν εξαρτώνται απαραίτητα από τους παράγοντες που τα εγείρουν ούτε είναι οικουμενικά. Αντιλαμβάνονται λοιπόν τα συναισθήματα ως μετρημένες αντιδράσεις (valenced reactions) ως προς τους παράγοντες που τα εγείρουν.

Οι υποστηρικτές της θεωρίας αξιολόγησης OCC εστιάζουν απλά πάνω στην ικανότητα της μηχανής να καταλαβαίνει τα συναισθήματα, να αναπτύξει τρόπους συλλογιστικής σχετικά με αυτά και να μπορεί να εκφράσει συναισθήματα με τα μέσα που διαθέτει.

2.6.2 Θεωρία Αξιολόγησης Scherer

Η θεωρία του Scherer είναι γνωστή ως Component Process Model (CPM). Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο αξιολόγησης, τα συναισθήματα αντιμετωπίζονται ως αποτέλεσμα μίας ακολουθίας από ενδιάμεσα στάδια. Βασίζεται σε ελέγχους αποτίμησης (appraisal checks) διαφορετικά ορισμένων συνιστωσών και παρέχει προβλέψεις που μεσολαβούν μέχρι και την τελική έκφραση, ενώ προσπαθεί να προβλέψει και την τελική. Το αποτέλεσμα αυτών των ελέγχων προκαλεί αλλαγές στα υπόλοιπα υποσυστήματα. Η αποτίμηση (appraisal) είναι η ακολουθία των ενδιάμεσων σταδίων ανάλυσης των ερεθισμάτων (Stimulus Evaluation Checks-SECs) η οποία αντιπροσωπεύει το μικρότερο δυνατό σύνολο των απαραίτητων κριτηρίων για τη διαφοροποίηση των συναισθηματικών καταστάσεων. Οι πέντε κεντρικοί έλεγχοι αξιολόγησης συναισθημάτων είναι οι εξής:

- Έλεγχος καινοτομίας (novelty). Αποτελείται από τους υποελέγχους του αιφνιδιασμού (suddenness), της σιγουριάς (confidence) και της προβλεψιμότητας (predictability)
- Έλεγχος εγγενούς ευχαρίστησης (intrinsic pleasantness)
- Έλεγχος σπουδαιότητας του στόχου (goal significance). Αποτελείται από τους υποελέγχους της σχετικότητας του γεγονότος /ερεθίσματος (relevance), της πιθανότητας του αποτελέσματος του (probability of result), της προσδοκίας (expectation) και επείγουσας ανάγκης (urgency)
- Έλεγχος της δυνατότητας αντιμετώπισης κατάστασης (coping potential). Οι υποέλεγχοι είναι ο έλεγχος της οντότητας που προκάλεσε το ερέθισμα με την πράξη της (agent), το κίνητρο (motive), ο έλεγχος (control), η δύναμη (power) και η προσαρμοστικότητα (adaptability).
- Ο έλεγχος της συμβατότητας (compatibility). Οι υποέλεγχοι είναι εσωτερικοί και εξωτερικοί.

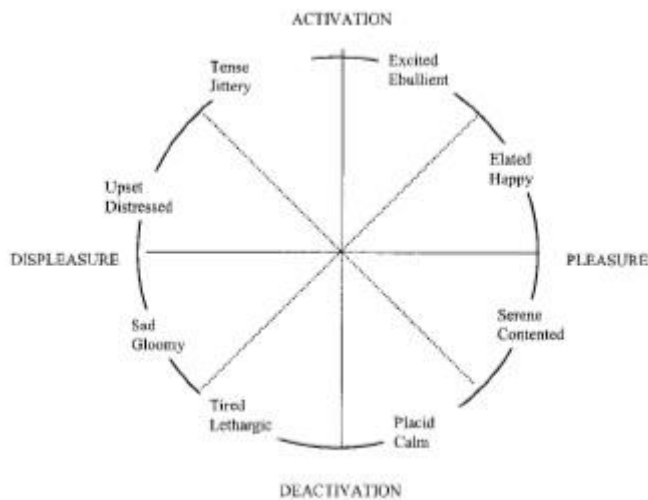
Μια σημαντική υπόθεση της Θεωρίας SEC του Scherer είναι ότι η ακολουθία των ελέγχων είναι καθορισμένη ενώ δεν αποκλείεται η παράλληλη επεξεργασία τους. Περισσότερα για το CPM μοντέλο παρουσιάζονται στην ενότητα 5.2.

2.7 Θεωρία Βασικής Συγκίνησης (core affect)

Η θεωρία βασικής συγκινησιακής κατάστασης, core affect, προσπαθεί να συγκεράσει την ιδέα των βασικών συναισθημάτων με μηχανισμούς που εισάγουν οι θεωρίες αξιολόγησης. Ο Russel [36] υποστηρίζει ότι υπάρχουν συναισθήματα που είναι θεμελιώδη και δεν μπορούν να αναλυθούν και προτείνει τον καθορισμό επιστημονικών όρων που θα ενοποιούν τις θεωρίες για τα συναισθήματα. Οι βασικές συγκινησιακές καταστάσεις μπορεί να είναι συναισθήματα ή διαθέσεις. Δεν είναι απαραίτητο κάποιο γεγονός για να βιώσει κάποιος βασικές συναισθηματικές καταστάσεις και δεν περιλαμβάνουν γνωστικές διεργασίες. Ο άνθρωπος θεωρείται ότι έχει ανά

πάσα στιγμή μια βασική συγκινησιακή κατάσταση, μπορεί να υπάρχει διακύμανση στην ένταση της ή στην διάρκεια της καθώς και στο πόσο την αντιλαμβάνεται το άτομο.

Για να οριστούν αυτές οι συγκινήσεις αρκούν μόνο δύο διαστάσεις: της υψηλής/χαμηλής Ικανοποίησης (Pleasure/Displeasure) και της χαμηλής/υψηλής Ενεργοποίησης (Activation/Deactivation) (εικόνα 11). Τα ονόματα των διαστάσεων που επιλέγονται δεν εμπεριέχουν καμία διαδικασία αξιολόγησης. Για παράδειγμα η υπερηφάνεια μπορεί να θεωρηθεί ως το 'να νιώθει κανείς καλά για τον εαυτό του'. Το 'να νιώθει καλά' είναι η βασική συγκινησιακή κατάσταση (core affect) και το 'για τον εαυτό του' είναι μία πρόσθετη γνωστική συνιστώσα (cognitive component) [36]. Ένα συναισθηματικό επεισόδιο είναι ένα γεγονός που ανήκει σε μία συναισθηματική κατηγορία. Μπορούν να υπάρχουν διαφορετικές αποχρώσεις ενός συναισθήματος (π.χ. ο φόβος όταν βλέπουμε ένα θρίλερ - ο φόβος όταν βλέπουμε μια πραγματική αρκούδα). Υπάρχουν άπειροι συνδυασμοί που χαρακτηρίζουν διαφορετικά συναισθηματικά επεισόδια.



Εικόνα 11 Core Affect [36]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΥΝΑΙΣΘΗΜΑΤΙΚΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ

3.1 Εννοιολογικός ορισμός

Η συναισθηματική υπολογιστική (affective computing) έχει περιγραφεί ως υπολογιστική που μπορεί να αναγνωρίζει, να ερμηνεύει και να επεξεργάζεται ανθρώπινα συναισθήματα. Πρόκειται για ένα σύγχρονο διεπιστημονικό πεδίο η απαρχή του οποίου θα μπορούσε να τοποθετηθεί το 1995, με τη δημοσίευση του άρθρου της Picard σχετικά με τη σημασία της συναισθηματικής εμπειρίας και πώς αυτή θα πρέπει να ενσωματωθεί στη σύγχρονη επιστήμη των υπολογιστών. Είναι εύλογο όμως να γεννηθεί το ερώτημα γιατί να δημιουργήσουμε έναν συναισθηματικό-αλληλεπιδραστικό υπολογιστή. Η απάντηση είναι απλή: Στις μέρες μας, τα υπολογιστικά συστήματα αλληλεπιδρούν με τους χρήστες με τρόπους που δεν επιτρέπουν περιπλοκές που προκύπτουν από την φυσιοκρατική κοινωνική αλληλεπίδραση. Οι άνθρωποι έχουν την έμφυτη τάση να ανταποκρίνονται στα υπολογιστικά μέσα με τρόπους, ανάλογους με εκείνους που επικοινωνούν μεταξύ τους στα πλαίσια των κοινωνικών συναναστροφών. Τα υπολογιστικά συστήματα θα πρέπει να βασιστούν σε αυτή την προδιάθεση, προκειμένου να προσφέρουν στους χρήστες αλληλεπίδραση με συναισθηματική κατανόηση. Τα σύγχρονα συστήματα δε διαθέτουν ακόμα επιλογές που να αφορούν την κατανόηση της επικοινωνίας από το χρήστη και την κατανόηση του ίδιου του χρήστη. Ένας υπολογιστής που θα είχε τη δυνατότητα να αποκωδικοποιήσει και να παράγει συναισθηματικές αντιδράσεις θα μπορούσε να βελτιώσει ουσιαστικά τις σημερινές αλληλεπιδραστικές του δυνατότητες. Ήδη τα πεδία της σύνθεσης και ανάλυσης συναισθημάτων αρχίζουν να ανοίγουν νέους ορίζοντες στους ερευνητές για να σκεφτούν και να δημιουργήσουν αλληλεπιδραστικά υπολογιστικά συστήματα. Ορισμένοι έχουν αρχίσει να δημιουργούν υπολογιστικά συστήματα τα οποία μπορούν να συνθέσουν συναισθηματικές καταστάσεις ενώ κάποιοι άλλοι έχουν εστιάσει το ενδιαφέρον τους στη δημιουργία τεχνικών αναγνώρισης από ακουστικά, οπτικά ή και άλλου είδους δεδομένα. Σε κάθε περίπτωση, το σχέδιο και η δομή των υπολογιστικών συστημάτων που προσπαθούν να εξάγουν συμπεράσματα της συναισθηματικής κατάστασης ενός χρήστη, πρέπει να λάβουν υπόψη πολλές και ταυτόχρονες μεταβλητές κατάστασης.

Είναι χαρακτηριστικός ο τρόπος που περιγράφεται η ανάγκη για την ανάπτυξη συναισθηματικών υπολογιστών από την ομάδα Affective Computing του MIT: *“Η σημασία αυτού προκύπτει από την δουλειά του Damasio καθώς και άλλων που έχουν μελετήσει ασθενείς που στερούνται βασικών συναισθημάτων και κατά συνέπεια υποφέρουν από αδυναμία να πάρουν αποφάσεις με λογικό τρόπο. Η φύση της αδυναμίας τους αυτής είναι περίεργα παρόμοια με τον τρόπο που παίρνουν αποφάσεις οι Boolean – decision making μηχανές, και τα απλά ευφυή συστήματα τεχνητής νοημοσύνης. Πρόσφατα ευρήματα δείχνουν πλέον ότι στους ανθρώπους τα συναισθήματα είναι απαραίτητα για την λήψη αποφάσεων με λογικό και ευέλικτο τρόπο. Η υπόθεσή μας είναι ότι τα συναισθήματα θα είναι επίσης απαραίτητα για τις μηχανές ώστε να παίρνουν αποφάσεις με τον ίδιο τρόπο, και ώστε να παρουσιάζουν έναν πραγματικά δημιουργικό τρόπο σκέψης και γενικότερα ένα πλήθος από γνωσιακές ικανότητες που μοιάζουν με αυτές του ανθρώπου”*. [14]

3.2 Εργασίες στη συναισθηματική υπολογιστική

Η συναισθηματική υπολογιστική εστιάζει στη μελέτη και σχεδίαση συστημάτων που αναγνωρίζουν, ερμηνεύουν, επεξεργάζονται και προσομοιώνουν τις ανθρώπινες συναισθηματικές εμπειρίες. Οι εργασίες πάνω στη συναισθηματική υπολογιστική περιλαμβάνουν τα ακόλουθα πεδία έρευνας:

- *Εντοπισμός συναισθηματικής πληροφορίας*

Η ανίχνευση συναισθηματικών πληροφοριών μπορεί να πραγματοποιείται με χρήση αισθητήρων που καταγράφουν τα δεδομένα σχετικά με τη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη και με παρακολούθηση της συμπεριφοράς του, χωρίς να εστιάζει σε κάποια ερμηνεία των δεδομένων αυτών. Η ανίχνευση στηρίζεται σε δεδομένα ανάλογα με αυτά που εξετάζουμε

εμείς οι ίδιοι προκειμένου να ανακαλύψουμε τη συναισθηματική κατάσταση κάποιου τρίτου, όπως για παράδειγμα μια κάμερα καταγράφει εκφράσεις προσώπου, στάση σώματος και χειρονομίες, ενώ άλλοι αισθητήρες μπορούν να καταγράψουν δεδομένα σχετικά με την ανθρώπινη φυσιολογία.

- ο *Συναισθηματικά μηχανικά συστήματα*

Η πιο σημαντική ίσως περιοχή της συναισθηματικής υπολογιστικής είναι ο σχεδιασμός υπολογιστικών συστημάτων που να είναι σε θέση είτε να επιδεικνύουν έμφυτες συναισθηματικές ικανότητες, είτε να πείθουν ότι διαθέτουν συναισθήματα χωρίς απαραίτητα να χρησιμοποιούν αντίστοιχους μηχανισμούς με αυτούς του ανθρώπου. Τα συστήματα αυτά περιέχουν μια διεπαφή (interface) αλληλεπίδρασης με τον χρήστη που μπορεί να είναι είτε φωνητική είτε γραπτής μορφής ή με την μορφή εικονικού πράκτορα (virtual agent).

Οι πράκτορες αυτοί είναι λογισμικές οντότητες με δυνατότητες προσομοίωσης συναισθημάτων και απεικονίζονται είτε με μια ομιλούσα κεφαλή (talking head) είτε με πλήρη γραφική σωματική υπόσταση. Ο στόχος αυτής της προσέγγισης είναι να εμπλουτιστεί και να διευκολυνθεί η αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής μέσα από ένα ανθρωπόμορφο γραφικό περιβάλλον. Ο εικονικός πράκτορας ενσωματώνει την εκφραστική ανάλυση, η οποία αποτελεί την ικανότητα του πράκτορα να αντιληφθεί και να ερμηνεύσει τη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη ή έστω κάποιων ενδείξεων αυτής. Η δυνατότητα των αληθοφανών εικονικών πρακτόρων να παρέχουν εκφραστική ανατροφοδότηση στον χρήστη είναι μια σημαντική πτυχή ώστε να υποστηρίξουν τη φυσικότητα της αλληλεπίδρασής τους. Η πολυμεσική ανατροφοδότηση επηρεάζει την αληθοφάνεια της συμπεριφοράς ενός πράκτορα ως προς τον ανθρώπινο χρήστη και ενισχύει την επικοινωνιακή του εμπειρία.

- ο *Κατανόηση και προσομοίωση συναισθημάτων*

Μία συσκευή για να μπορέσει να κατανοήσει τα συναισθήματα του χρήστη θα πρέπει όχι απλά να εντοπίζει τη συναισθηματική πληροφορία, αλλά και να την αποθηκεύει, να την επεξεργάζεται και να 'χτίζει' ένα μοντέλο συναισθηματικής συμπεριφοράς του ατόμου που την ενδιαφέρει. Τελικός στόχος είναι η μηχανή, ανάλογα με τις πληροφορίες που συλλέγει από το χρήστη, να αντιδρά με ένα τρόπο που να αρμόζει στην περίπτωση. Είναι πολύ σημαντικό να κατανοήσει πρώτα τη σημασία της συμπεριφοράς και των αντιδράσεων του χρήστη και κατόπιν να εκφράσει με τη σειρά της το συναίσθημα.

- ο *Αναγνώριση συναισθημάτων*

Η αναγνώριση συναισθημάτων απαιτεί την εξαγωγή των σημαντικών πληροφοριών από συγκεντρωμένα δεδομένα του εντοπισμού/ανίχνευσης. Αυτό επιτυγχάνεται με την ανάλυση των δεδομένων μέσω διαφόρων διαδικασιών. Από τα δεδομένα φωνής με την επεξεργασία φυσικής γλώσσας επιτυγχάνεται η αναγνώριση ομιλίας και άρα του σημασιολογικού περιεχομένου της, ενώ με την ανάλυση των χαρακτηριστικών της ομιλίας εξάγεται πληροφορία για το ύφος και τη διάθεση του ομιλούντα. Η ερμηνεία γίνεται με την χρήση προχωρημένων αλγορίθμων μάθησης και ταξινόμησης. Οι αλγόριθμοι αυτοί αρχικά εκπαιδεύονται σε κάποια δεδομένα αναφοράς, αποτελέσματα συνήθως της αναγνώρισης και ταξινόμησης αντίστοιχων συναισθηματικών καταστάσεων από ανθρώπους.

Ειδικότερα για την παρακολούθηση και επεξεργασία της έκφρασης του προσώπου έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες μέθοδοι όπως **κρυμμένα μοντέλα Markov**, **κυματίδια Gabor**, η μέθοδος της **οπτικής ροής**, επεξεργασία **νευρωνικών δικτύων** ή το **μοντέλο της ενεργούς εμφάνισης** (active appearance model).

Στη συνέχεια θα δούμε εν συντομία, κάποιες εργασίες που σχετίζονται με τη συναισθηματική υπολογιστική της οπτικής επεξεργασίας προσώπου και παρουσιάζουν ενδιαφέρουσες προσεγγίσεις:

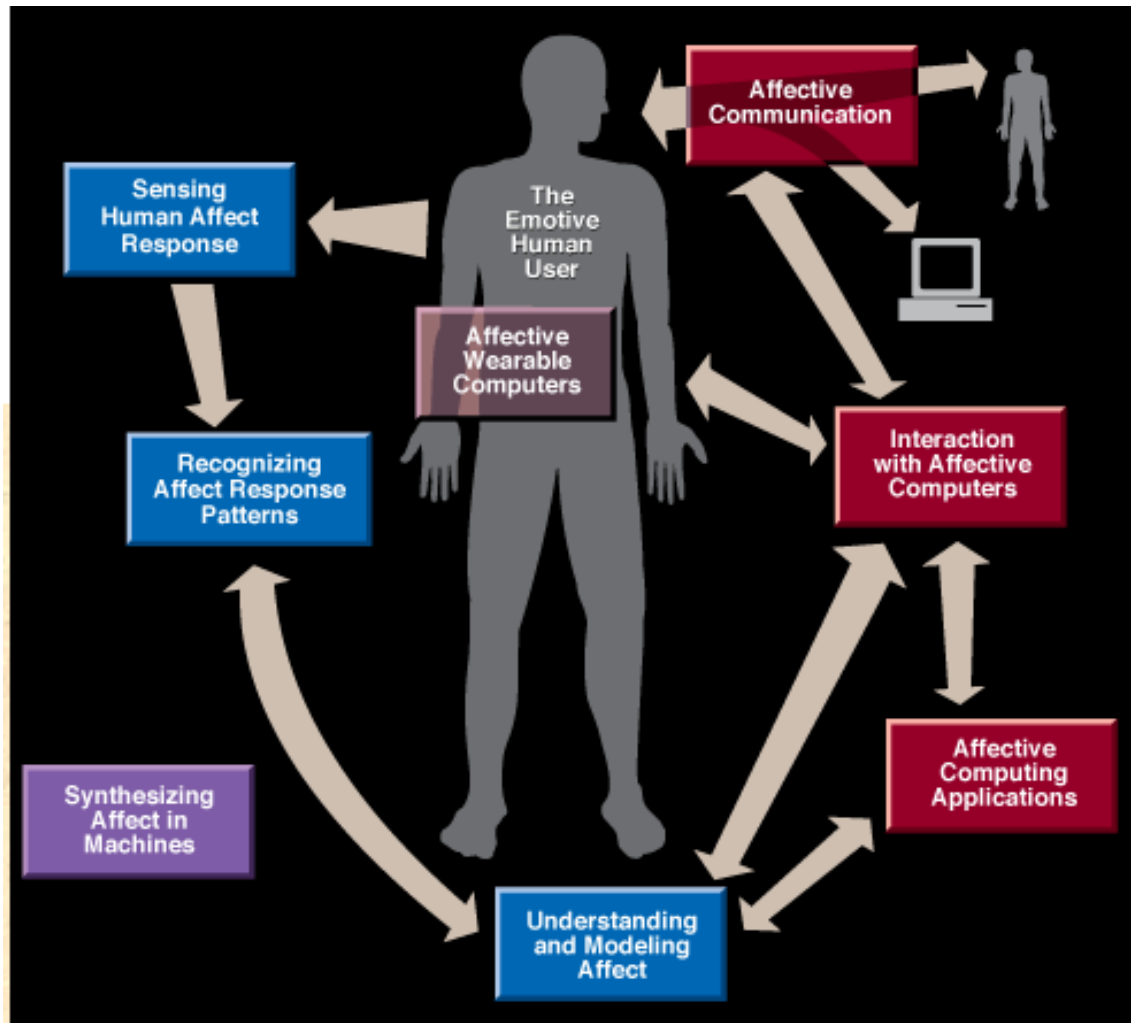
- Προηγμένες τεχνικές στην εξαγωγή και την ταξινόμηση χαρακτηριστικών, στην παρακολούθηση προσώπου και αντικειμένων επιτρέπουν τη σχεδίαση εύρωστων εφαρμογών πραγματικού χρόνου, όπως αυτό της Bartlett και συνεργατών που υλοποιεί μέθοδο με κυματίδια Gabor για την ανίχνευση αυθόρμητων εκφράσεων.
- Οι Pantic και Patras χρησιμοποιούν σύνολο χαρακτηριστικών σημείων γύρω από το στόμα, τα μάτια, τη μύτη και το πηγούνι. Στην εργασία τους διερευνούν την αυτόματη ανάλυση εκφράσεων του προσώπου σε πλάγια όψη αντί της συνήθους πρόσθιας, μετωπικής κατεύθυνσης.
- Σχετικά λίγες εργασίες συνδυάζουν την έκφραση του προσώπου με τις υπόλοιπες κινήσεις του κεφαλιού ή του σώματος. Σε μία από αυτές, οι Zhang και Ji εξερευνούν το συνδυασμό εκφράσεων προσώπου με κινήσεις του κεφαλιού.
- Έχουν γίνει απόπειρες για την αυτόματη ανάλυση και των αυτόματο διαχωρισμό στημένων (posed) και γνήσιων, αυθόρμητων εκφράσεων. Μία τέτοια προσπάθεια έγινε από τους Valstar και συνεργάτες, για το διαχωρισμό του αυθόρμητου χαμόγελου από το επιτηδευμένο. Χρησιμοποιούνται και πάλι χαρακτηριστικά σημεία του προσώπου, ενώ γίνεται χρήση της πληροφορίας για την κίνηση του κεφαλιού και των ώμων.
- Έχουν προταθεί μέθοδοι για την ανίχνευση υβριδικών συναισθηματικών/συμπεριφορικών εκφράσεων σε αντιδιαστολή με τις αμιγώς συναισθηματικές εκφράσεις. Παράδειγμα είναι η κατάσταση της κούρασης, της απογοήτευσης, του πόνου, της συμφωνίας ή της εκδήλωσης ενδιαφέροντος. Μία τέτοια πρόταση για την αναγνώριση του ενδιαφέροντος του χρήστη ανήκει στους Yeasin, Bulot και Sharma.
- Οι Cohn και συνεργάτες αναλύουν αυθόρμητες συμπεριφορές με χρήση τρισδιάστατων μοντέλων, και το συνδυασμό πληροφοριών κίνησης του κεφαλιού. Επίσης χρησιμοποιούν στη μέθοδο τους κυματίδια Gabor.

Πρόσφατα έχει γίνει στροφή στα λεγόμενα πολυτροπικά (multimodal) συστήματα επικοινωνίας ανθρώπου-μηχανής, τα οποία συνδυάζουν αποτελέσματα περισσότερων του ενός πεδίου έρευνας, πχ. Οπτικοακουστικές πληροφορίες ή το συνδυασμό με βιοσήματα.

Παρουσιάζουμε ενδεικτικά κάποιες εργασίες σχετικές με τα Multimodal συστήματα:

- Το σύστημα MAUI– Multimodal Affect User Interface [44] των Lisetti και Nasoz συνδυάζει την έκφραση του προσώπου με βιοσήματα για την αναγνώριση συναισθημάτων όπως ο φόβος ή ο θυμός. Στην συνέχεια προσαρμόζει έναν πράκτορα διεπαφής (animated interface agent) ώστε να καθρεφτίζει το συναίσθημα του χρήστη.
- Το δυναμικό σύστημα των Maat και Pantic έχει τη δυνατότητα να μαθαίνει και να αναλύει μοτίβα συμπεριφοράς του χρήστη που εξαρτώνται από τα συμφραζόμενα χρησιμοποιώντας πολυαισθητηριακά δεδομένα (multisensory data). Στη συνέχεια προσαρμόζει την αλληλεπίδραση με το χρήστη.
- Ο αυτοματοποιημένος οδηγός μάθησης του Karoor και συνεργατών, συνδυάζει πληροφορίες από κάμερες, κάθισμα και ποντίκι με αισθητήρες, ασύρματο δερματικό αισθητήρα και την κατάσταση προόδου της εργασίας για να ανιχνεύσει το αίσθημα της απογοήτευσης του χρήστη και να προβλέψει πότε ο χρήστης χρειάζεται βοήθεια.
- Το υπολογιστικό σύστημα υποβοηθούμενης μάθησης του πανεπιστημίου του Illinois (UIUC) χρησιμοποιεί multimodal προσέγγιση. Γίνεται χρήση ενός εικονικού προσώπου (avatar) που προτείνει κατάλληλη στρατηγική εκμάθησης, βασισμένη στην έκφραση του

προσώπου του χρήστη, την κίνηση των ματιών του, λέξεις κλειδιά και την κατάσταση προόδου της εργασίας.



Εικόνα 12: Περιοχές συναισθηματικής υπολογιστικής

3.3 Υπολογιστικά μοντέλα στη συναισθηματική υπολογιστική

Τα υπολογιστικά μοντέλα συναισθημάτων έχουν σαν στόχο να μετατρέψουν τους θεωρητικούς ισχυρισμούς, που μελετήθηκαν στο κεφάλαιο 2, σε σαφείς κανόνες και συσχετίσεις που να μπορούν να γίνουν κατανοητές από μια μηχανή. Διακρίνονται στα μοντέλα που στοχεύουν στην αναγνώριση και κατανόηση της ανθρώπινης συναισθηματικής συμπεριφοράς και σε αυτά που στοχεύουν στην προσομοίωση ανθρώπινης συμπεριφοράς από εικονικούς χαρακτήρες [18]. Παρατίθενται ορισμένα από τα κυριότερα υπολογιστικά μοντέλα συναισθημάτων που έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια.

- *Agents*

Ένα από τα βασικότερα μοντέλα συναισθημάτων που βρίσκει εφαρμογή η συναισθηματική υπολογιστική είναι οι πράκτορες. Οι πράκτορες ακολουθούν δύο βασικές θεωρήσεις ως προς τον τρόπο λειτουργίας τους: την χαλαρή θεώρηση (weak notion of agency) και την ισχυρή θεώρηση (strong notion of agency). Στην περιοχή άνθρωπου-μηχανής και συγκεκριμένα της συναισθηματικής υπολογιστικής περισσότερη έμφαση δίνεται στα μοντέλα πρακτόρων που

υιοθετούν την ισχυρή θεώρηση. Μια ειδική κατηγορία ευφυών πρακτόρων είναι ο πράκτορας **BDI** (Belief-Desire-Intention) [18], μοντέλο το οποίο συνδέεται στενά με τους ευφυείς εικονικούς χαρακτήρες (intelligent virtual agents), αλλά δεν επαρκεί από μόνο του να διασφαλίσει όλα τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με μια τέτοια οντότητα. Ωστόσο, υπάρχουν υβριδικά μοντέλα που υιοθετούν την προσέγγιση BDI μαζί με συστήματα που επιτρέπουν τη διαχείριση διαλόγου (dialogue management systems) και προσφέρουν τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης με ανθρώπινους χρήστες μέσω διάφορων εκφραστικών μέσων, όπως η ομιλία και οι μη-λεκτικές εκφράσεις.

- *Το υπολογιστικό μοντέλο EMA (Emotion And Adaptation) των Marsella και Gracth [15]*
Πρόκειται για ένα εύρωστο μοντέλο που στηρίζεται στη γνωσιακή αρχιτεκτονική SOAR. Εστιάζει στην κατανόηση των διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα καθώς εγείρεται ένα συναισθηματικό επεισόδιο, σε αντιδιαστολή με μοντέλα όπως το ALMA και το OCC που έχουν σχεδιαστεί με σκοπό τη σύνθεση τεχνητής συναισθηματικής συμπεριφοράς.
- *Το μοντέλο FLAME (Fuzzy-Logic Adaptive Model of Emotion)[15]*
Χρησιμοποιεί ασαφή λογική για την αντιστοίχιση γεγονότων και παρατηρήσεων σε συναισθηματικές καταστάσεις. Οι προβλέψεις και οι επιδόσεις του FLAME έχουν αξιολογηθεί στο πλαίσιο μιας εξομίωσης της συμπεριφοράς ενός κατοικιδίου.
- *Το μοντέλο FearNot[15]*
Έχει υλοποιηθεί σε ένα μαθησιακό περιβάλλον όπου εικονικοί χαρακτήρες αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Απευθύνεται σε παιδιά ηλικίας 8-12 ετών και έχει σαν σκοπό να τα εξοικειώσει με το πώς να αντιδρούν σε σενάρια που κάποιο άλλο παιδί τα φοβερίζει/ενοχλεί (bullying) [18]. Οι εικονικοί χαρακτήρες του FearNot παρουσιάζουν συναισθηματική συμπεριφορά, η οποία καθορίζεται από τις θεωρητικές προβλέψεις του OCC.
- *Το μοντέλο ALMA (A Layered Model of Affect)[15]*
Ένα μοντέλο με διαφορετικά επίπεδα που πρόσφατα ανέπτυξε ο Gebhard, επεκτείνει τη μελέτη των συγκινησιακών φαινομένων για να συμπεριλάβει εκτός από τα συναισθήματα, τις διαθέσεις και τα χαρακτηριστικά προσωπικότητας. Στηρίζεται στη θεωρία OCC, στο μοντέλο προσωπικότητας πέντε παραγόντων (Five Factor Model) και στη θεωρία του Mehrabian για τις διαθέσεις, σύμφωνα με την οποία η διάθεση υπολογίζεται ως ο μέσος όρος από τις συναισθηματικές καταστάσεις που βιώνει το άτομο σε μία σειρά από σημαντικά γεγονότα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΕΚΦΡΑΣΕΩΝ

4.1 Αναγνώριση εκφράσεων

Πολλοί ερευνητές στην περιοχή της υπολογιστικής όρασης στράφηκαν πρόσφατα προς το πρόβλημα της αυτόματης αναγνώρισης του προσώπου σε μεμονωμένες εικόνες ή ακολουθίες εικόνων. Αρχικό κίνητρο για το ενδιαφέρον αυτό αποτέλεσαν οι μελέτες ψυχολόγων, όπως οι Tomkins και Ekman, πάνω στην ταξινόμηση και κωδικοποίηση των ανθρώπινων εκφράσεων, καθώς και το αυξανόμενο ενδιαφέρον των γνωσιακών επιστημών για τη συναισθηματική και κοινωνική νοημοσύνη (emotional and social intelligence) και τα μέσα έκφρασης της.

Από την άλλη πλευρά, οι ερευνητές της τεχνητής νοημοσύνης οραματίστηκαν ότι οι υπολογιστές του μέλλοντος θα πρέπει να διαθέτουν σε ένα βαθμό την ικανότητα να 'διαβάζουν' τη μη-λεκτική (non-verbal) συμπεριφορά των ανθρώπων είτε ατομικά είτε σε κοινωνικά πλαίσια, προκειμένου να συνυπάρξουν και να επικοινωνήσουν με αυτούς αποτελεσματικά.

Οι εκφράσεις του προσώπου αποτελούν σύμφωνα με πολλούς επιστήμονες τον πιο σημαντικό τρόπο μη-λεκτικής επικοινωνίας. Αναμφίβολα η αναγνώριση και η ερμηνεία τους, ιδιαίτερα όταν γίνεται χωρίς να ενοχλήσει τον χρήστη, παίζει σημαντικό ρόλο στην αναβάθμιση της επικοινωνίας ανθρώπου-υπολογιστή.

Η αναγνώριση συναισθημάτων από την οπτική πληροφορία έχει ένα ισχυρό υπόβαθρο, προερχόμενο από μελέτες στον τομέα της Νευροφυσιολογίας. Πολλές μελέτες σχετικά με την αναγνώριση προσώπων διερεύνησαν και τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι ερμηνεύουν τα συναισθήματα των συνανθρώπων τους με βάση τις αντιλαμβανόμενες εκφράσεις.

4.2 Η αποκωδικοποίηση του προσώπου

Η έρευνα σχετικά με τη βασική δομή και περιγραφή του συναισθήματος είναι σημαντική, δεδομένου ότι τα αποτελέσματα τέτοιων ερευνών παρέχουν πληροφορίες για τις εκφάνσεις τις συναισθηματικής κατάστασης την οποία τα αυτόματα συστήματα αναγνώρισης προσπαθούν να ανιχνεύσουν. Όπως είδαμε στο πρώτο κεφάλαιο, το δημοφιλέστερο παράδειγμα αυτής της περιγραφής είναι οι έξι βασικές κατηγορίες συναισθήματος. Η περιγραφική αυτή αντιμετώπιση των βασικών συναισθημάτων στηρίχτηκε ιδιαίτερα σε διαπολιτισμικές μελέτες που πραγματοποιήθηκαν από έναν από τους πρωτοπόρους ερευνητές στην περιοχή της συναισθηματικής υπολογιστικής, τον Paul Ekman, αποδεικνύοντας ότι οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται ορισμένα βασικά συναισθήματα όσον αφορά στις εκφράσεις του προσώπου με τον ίδιο τρόπο, ανεξάρτητα από τις πολιτισμικές τους επιρροές. Η επιρροή αυτής της βασικής θεωρίας αναπαράστασης συναισθημάτων έχει οδηγήσει τις περισσότερες από τις υπάρχουσες εργασίες της αυτόματης αναγνώρισης συναισθήματος να εστιάσουν στην αναγνώριση αυτών ακριβώς των βασικών συναισθημάτων. Εκτός βέβαια από τις βασικές εκφράσεις υπάρχει και μία πληθώρα άλλων εκφράσεων που μπορούν να διακριθούν με βάση τα οπτικά τους χαρακτηριστικά. Δύσκολα όμως μπορεί κανείς να τις ταξινομήσει σημασιολογικά επειδή διαφέρουν από άνθρωπο σε άνθρωπο αλλά και επειδή η σημασία τους μεταβάλλεται ανάλογα με τα συμφραζόμενα της συζήτησης και το γενικό πλαίσιο.

Για το λόγο αυτό ο Ekman πρότεινε μια συστηματική μέθοδο κωδικοποίησης (Facial Action Coding System, FACS) που βασίζεται στο συνδυασμό στοιχειωδών κινήσεων των μυών του προσώπου. Το σύστημα αυτό κωδικοποίησης έχει καθιερωθεί σήμερα στην πειραματική ψυχολογία. Επίσης, ο Ekman ήταν ο πρώτος που πρότεινε την πλήρη αυτοματοποίηση της διαδικασίας κωδικοποίησης με χρήση υπολογιστικής όρασης. Αρκετοί ερευνητές της υπολογιστικής όρασης στα πλαίσια της αναγνώρισης εκφράσεων εργάστηκαν και εργάζονται για αυτό το σκοπό. Ένα τέτοιο επίτευγμα θα είχε εφαρμογή όχι μόνο στην επικοινωνία ανθρώπου υπολογιστή, αλλά και στις επιστήμες της πειραματικής και εφαρμοσμένης ψυχολογίας καθώς σήμερα η διαδικασία πραγματοποιείται χειροκίνητα από εκπαιδευμένους ειδικούς.

4.3 Τεχνικές αναγνώρισης εκφράσεων προσώπου

Σε αυτήν την υποενότητα παρουσιάζονται μερικές από τις τεχνικές οι οποίες πραγματεύονται τους τρόπους με τους οποίους ο υπολογιστής μπορεί να ανακτήσει πληροφορίες σχετικά με τη συναισθηματική κατάσταση κάποιου ατόμου μέσα από τις εκφράσεις του προσώπου του. Οι προσεγγίσεις αυτές διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

α) Στατικές: Η αναγνώριση της έκφρασης βασίζεται σε μια απλή φωτογραφία με την έκφραση στην κορύφωση της (υποενότητα 4.3.1), και

β) Δυναμικές: Η αναγνώριση της έκφρασης πραγματοποιείται με τη χρήση μιας ακολουθίας από καρέ τα οποία επιδεικνύουν την χρονική εξέλιξη της έκφρασης. Η διάρκεια μιας ακολουθίας κυμαίνεται από 0.5 έως 4 δευτερόλεπτα (υποενότητα 4.3.2).

Μία ενδιάμεση κατηγορία αποτελούν οι τεχνικές οι οποίες χρησιμοποιούν δύο εικόνες. Μία εικόνα με το πρόσωπο σε ουδέτερη κατάσταση και μία εικόνα με το πρόσωπο στην κορύφωση της έκφρασης. Παρόλο που οι τεχνικές αυτές πλησιάζουν την περισσότερο δυναμική προσέγγιση θα μπορούσε καταχρηστικά κάποιος να της χαρακτηρίσει ημιστατικές (4.3.2).

4.3.1 Στατικές προσεγγίσεις

Οι περισσότερες από τις μελέτες σχετικά με την ανάλυση εκφράσεων πραγματοποιήθηκαν σε «mid shot» φωτογραφίες στις οποίες απεικονίζονται οι εκφράσεις στην κορύφωση τους. Στις φωτογραφίες αυτές είναι επιτρεπτή η ανίχνευση κάποιων στατικών στοιχείων όπως οι ρυτίδες στο μέτωπο, στα μάγουλα και ανάμεσα στα φρύδια, με βάση τα οποία πραγματοποιείται η ταξινόμηση τους σε συγκεκριμένες κατηγορίες. Η εξαγωγή των στοιχείων αυτών δεν είναι ούτε εύκολη αλλά ούτε ικανή για το διαχωρισμό εκφράσεων. Πολύ λίγες από τις στατικές προσεγγίσεις εμφανίζουν αξιοσημείωτα αποτελέσματα.

Το γεγονός ότι οι στατικές προσεγγίσεις, παρά την αμφίβολη αποτελεσματικότητά τους, είναι αρκετά δημοφιλείς στη βιβλιογραφία, μπορεί να αποδοθεί σε δύο παράγοντες:

(α) στην ύπαρξη αρκετών βάσεων με στατικές εικόνες σε αντίθεση με τις λίγες, στον αριθμό αλλά και πλήθος ακολουθιών, δυναμικές βάσεις, και

(β) στα επίπονα στάδια προεπεξεργασίας που απαιτούνται στις δυναμικές προσεγγίσεις.

4.3.2 Δυναμικές προσεγγίσεις

Στις δυναμικές προσεγγίσεις η δυσκολία του προβλήματος έγκειται στην εκτίμηση της κίνησης των χαρακτηριστικών και γενικότερα των σημείων του προσώπου από ένα καρέ στο επόμενο. Οι πιο διαδεδομένες προσεγγίσεις στο πρόβλημα αυτό χρησιμοποιούν εκτίμηση των χωρικών και χρονικών παραγώγων των εικόνων, φιλτράρισμα ή απλά συσχέτιση στο χώρο των εικόνων.

Ημιστατικές προσεγγίσεις

Οι ημιστατικές προσεγγίσεις ταξινομούν τις εκφράσεις βασιζόμενες σε χαρακτηριστικά τα οποία πηγάζουν από τον υπολογισμό της κίνησης, είτε των μυών του προσώπου είτε των χαρακτηριστικών του, ανάμεσα σε δύο καρέ, το ένα εκ των οποίων απεικονίζει το πρόσωπο στην ουδέτερη κατάσταση και το άλλο την έκφραση στην κορύφωση της. Στηρίζονται σε δυναμικά στοιχεία και έχουν δύο πλεονεκτήματα:

- Η κίνηση των επιμέρους σημείων του προσώπου ανάμεσα στα δύο αυτά καρέ είναι αρκετά μεγάλη, και
- υπάρχει αρκετό υλικό για τον αποτελεσματικό έλεγχο των αλγορίθμων.

Ο Mase προσπάθησε να υπολογίσει την κίνηση κάποιων ομάδων μυών οι οποίοι αντιστοιχούν στις μονάδες μέτρησης AUs (υποενότητα 5.2.1, FACS). Η κίνηση των μυών προσεγγίζεται με την εκτίμηση της κίνησης κάποιων ορθογωνίων της επιφάνειας του προσώπου και στη συνέχεια χρησιμοποιείται για τον χαρακτηρισμό των εκφράσεων. Το πρόβλημα στην προσέγγιση αυτή είναι ότι ο ατόματος εντοπισμός των ορθογωνίων που περικλείουν τους μύες είναι πολύ δύσκολος, δεδομένου ότι στην πλειοψηφία τους τα ορθογώνια

αντιστοιχούν σε ομοιόμορφες περιοχές δέρματος οι οποίες δεν προσδιορίζονται από κάποιο συγκεκριμένο χαρακτηριστικό. Επιπλέον τίθεται και το ερώτημα κατά πόσον η τρισδιάστατη κίνηση των μυών μπορεί να απεικονιστεί από την κίνηση των σημείων της επιφάνειας του προσώπου. Βέβαια ούτε και ο άνθρωπος υπολογίζει την πραγματική κίνηση των μυών, απλά παρατηρεί τις μορφοποιήσεις του προσώπου.

Οι Yacoob και Davis επικεντρώθηκαν στις ακμές αντί στους μύες του προσώπου, θεωρώντας ότι οι ακμές και η κίνηση τους υπολογίζονται ευκολότερα και είναι περισσότερο ευσταθή χαρακτηριστικά, όσον αφορά τις συνθήκες φωτισμού και τις αλλαγές της θέσης του προσώπου στον τρισδιάστατο χώρο.

Πλήρως δυναμικές προσεγγίσεις

Οι τεχνικές αναγνώρισης εκφράσεων από ακολουθίες βίντεο μπορούν να υποδιαιρεθούν σε τρεις κατηγορίες:

A. Τεχνικές βασισμένες στο πεδίο των διανυσμάτων κίνησης

Υπολογίζεται το πεδίο των διανυσμάτων κίνησης είτε σε ολόκληρη την εικόνα είτε σε επιλεγμένες περιοχές του προσώπου. Η ταξινόμηση των εκφράσεων πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας παράγωγα χαρακτηριστικά των διανυσμάτων κίνησης και η ταύτιση υλοποιείται με κάποιο δυναμικό σχήμα –Hidden Markov Models (HMM), επαναλαμβανόμενα νευρωνικά δίκτυα κοκ. Το μειονέκτημα τέτοιων τεχνικών είναι η αναπόφευκτη παρουσία θορύβου στα εκτιμώμενα διανύσματα κίνησης η οποία μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τη διαδικασία ανάλυσης.

Ο Ohya και οι συνεργάτες του εφάρμοσαν Hidden Markov Models για τη μοντελοποίηση της χρονικής εξέλιξης των εκφράσεων. Η κατάσταση των μυών σε κάθε χρονική στιγμή προσεγγίζεται από τους εσωτερικούς κόμβους των HMMs –ένας για κάθε έκφραση. Στην εργασία χρησιμοποιήσαν κυμματίδια (wavelets) για την εξαγωγή του διανύσματος χαρακτηριστικών, ενώ στη μελέτη χρησιμοποίησαν το μετασχηματισμό Fourier.

B. Παρακολούθηση των χαρακτηριστικών του προσώπου

Η παρακολούθηση της κίνησης των σημαντικότερων χαρακτηριστικών του προσώπου κατά τη διάρκεια των εκφράσεων είναι ίσως η πιο προφανής αντιμετώπιση της ανάλυσης εκφράσεων από ακολουθίες βίντεο. Το πεδίο των διανυσμάτων κίνησης εκτιμάται μόνο στις περιοχές του προσώπου που περιλαμβάνουν τα χαρακτηριστικά αυτά. Η διαδικασία διαιρείται σε δύο στάδια: Για κάθε καρέ της ακολουθίας πραγματοποιείται εντοπισμός των χαρακτηριστικών χαμηλού επιπέδου, όπως ακμών και γωνιών που αυτές σχηματίζουν, ή υψηλότερου επιπέδου όπως τα μάτια, τα φρύδια, το στόμα κοκ, και στη συνέχεια ελέγχεται η κίνησή τους ανάμεσα σε διαδοχικά καρέ.

Πολύ διαδεδομένος αλγόριθμος παρακολούθησης της κίνησης των χαρακτηριστικών είναι ο αλγόριθμος των Lucas-Kanade, ο οποίος εμφανίζει σχετικά υψηλή ακρίβεια όσον αφορά στην εκτίμηση της κίνησης. Η παρακολούθηση της κίνησης χαρακτηριστικών περιορίζει την υπολογιστική πολυπλοκότητα αλλά υποθέτει μεγάλη ακρίβεια στον εντοπισμό τους. Επιπλέον δεν είναι προφανές ότι όλη η πληροφορία σχετικά με τη διαμόρφωση των εκφράσεων εκφράζεται μόνο από τη μεταβολή των βασικών χαρακτηριστικών του προσώπου. Για παράδειγμα σε πολλές εκφράσεις η εμφάνιση ρυτίδων σε ομοιόμορφες περιοχές του προσώπου –μέτωπο, μάγουλα- είναι μια σημαντική πληροφορία.

Γ. Χρήση τρισδιάστατων μοντέλων για το κεφάλι

Η τρίτη κατηγορία κάνει χρήση της τρισδιάστατης υψής του κεφαλιού και προσαρμόζει ένα τέτοιο μοντέλο με βάση τα δεδομένα που προέρχονται από τα καρέ της ακολουθίας βίντεο. Η χρήση των τρισδιάστατων μοντέλων αποσκοπεί στην καλύτερη εκτίμηση της θέσης του προσώπου στο χώρο και στην εκτίμηση της κίνησης σε τρισδιάστατο επίπεδο και όχι απλά σε επίπεδο μετατόπισης.

4.4 Στάδια ανίχνευσης εκφράσεων προσώπου

Ενώ για τους ανθρώπους η ανίχνευση των εκφράσεων του προσώπου επιτυγχάνεται σχεδόν αβίαστα και η ερμηνεία των εκφράσεων σχετικά εύκολα, η ανάπτυξη ενός αυτόματου συστήματος που θα εντοπίζει και θα ταξινομεί με επιτυχία της εκφράσεις του προσώπου σε πραγματικό χρόνο, δεν είναι εύκολη υπόθεση.

Το πρόβλημα μπορεί γενικά, να αναλυθεί στα εξής βασικά στάδια:

- Εντοπισμός/Ανίχνευση του προσώπου μέσα στην εικόνα,
- Επεξεργασία εικόνας/εξαγωγή της πληροφορίας για την έκφραση,
- Κατηγοριοποίηση/αναγνώριση συναισθήματος

Είσοδος

Εισάγεται στο σύστημα είτε μία στατική (μεμονωμένη) εικόνα είτε μία ακολουθία εικόνων (video).

Εντοπισμός/Ανίχνευση προσώπου

Σε αυτό το στάδιο διαχωρίζεται το πρόσωπο από το φόντο και αυτό μπορεί να γίνει είτε με την ανίχνευση της θέσης κάποιων σημείων αναφοράς, όπως οι ίριδες των ματιών και τα ρουθούνια, είτε με τη χρήση χρωματικών διαβαθμίσεων ή άλλων χαρακτηριστικών, ενδεικτικών της υψής του προσώπου.

Στις περισσότερες εφαρμογές μέχρι σήμερα, οι συνθήκες λήψης της εικόνας όπως ο φωτισμός και ο προσανατολισμός του προσώπου, είναι ελεγχόμενες σε μεγάλο βαθμό, με το πρόσωπο να είναι σε εμπρόσθια όψη και στο κέντρο της εικόνας. Έτσι διευκολύνεται, κατά πολύ η διαδικασία εντοπισμού του, αφού εξασφαλίζεται η παρουσία ενός προσώπου στην εικόνα και η α priori γνώση της θέσης του μέσα σε αυτήν κατά προσέγγιση. Αυτό, βέβαια, δε μπορεί να επιτευχθεί σε πραγματικές εφαρμογές και αποτελεί μία σημαντική αδυναμία των περισσότερων συστημάτων, αφού πρακτικές δυσκολίες όπως πρόσωπο σε κλίση, χαμηλός φωτισμός, συνωστισμός, παραλλαγές στην εμφάνιση του προσώπου κ.α., μπορούν να επιφέρουν σημαντικές αποκλίσεις στην επίδοσή τους. Ένας μη γραμμικός ταξινομητής απαιτείται για να είναι εφικτή η διαχείριση αυτής της πολύπλοκης κατάστασης καθώς επίσης και ένα μεγάλο σύνολο δειγμάτων εκπαίδευσης, τα οποία θα εμπεριέχουν αυτήν την ποικιλότητα στην εμφάνιση των προσώπων. Η ταχύτητα είναι επίσης ένα σημαντικό θέμα για την απόδοση του συστήματος σε πραγματικό χρόνο.

Οι υπάρχουσες τεχνικές για τον εντοπισμό προσώπων (face localization) σε μονόχρωμες ή έγχρωμες εικόνες κατηγοριοποιούνται κατά τον Yang ως εξής[23]:

- Μέθοδοι βασισμένοι στη γνώση (knowledge-based methods): Η ανθρώπινη γνώση κωδικοποιείται σε κανόνες αναφορικά με το τι συνιστά ένα τυπικό πρόσωπο. Συνήθως κωδικοποιούνται από τον ερευνητή οι σχέσεις ανάμεσα στα χαρακτηριστικά του προσώπου.
- Προσεγγίσεις αναλλοίωτων χαρακτηριστικών (feature invariant approaches): Στόχος αυτών των μεθόδων είναι να βρεθούν τα δομικά χαρακτηριστικά ενός προσώπου που υπάρχουν ακόμα και όταν η στάση, η θέση παρατήρησης ή οι συνθήκες φωτισμού ποικίλλουν. Σύμφωνα με αυτά τα δομικά χαρακτηριστικά χτίζονται στατιστικά μοντέλα μορφών (statistical shape models), που στη συνέχεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό του προσώπου.
- Μέθοδοι συνταιριάσματος υποδειγμάτων (template matching methods): Χρησιμοποιούνται διάφορα προκαθορισμένα τυπικά υποδείγματα (templates) για να περιγράψουν το πρόσωπο ως σύνολο ή τα χαρακτηριστικά του προσώπου ξεχωριστά.
- Μέθοδοι βασισμένες στην εμφάνιση (appearance-based methods): Τα μοντέλα ή τα υποδείγματα προσώπου μαθαίνονται από ένα σύνολο εικόνων εκπαίδευσης που είναι αντιπροσωπευτικές της ποικιλότητας της εμφάνισης των προσώπων. Σε γενικές γραμμές, οι αλγόριθμοι αυτοί στηρίζονται σε τεχνικές στατικής ανάλυσης (ταξινόμηση κατά Bayes) και σε μηχανές εκπαίδευσης (νευρωνικά δίκτυα, support vector machines). Συνήθως για λόγους

υπολογιστικής ισχύς και ακρίβειας παρατηρείται στα χαρακτηριστικά μείωση διαστάσεων (PCA, Adaboost).

Επεξεργασία/Εξαγωγή χαρακτηριστικών

Ανάλογα με την προσέγγιση που χρησιμοποιήθηκε και τον τύπο της εισόδου, δημιουργείται μια υψηλότερης τάξης αναπαράσταση της εικόνας ή της ακολουθίας εικόνων του προσώπου η οποία αντιπροσωπεύει γνωρίσματα χρήσιμα για την κατηγοριοποίηση, όπως γεωμετρία, υφή, παραμόρφωση, κίνηση, χρώμα, στατιστικές ή φασματικές ιδιότητες κ.α. Σε αυτό το στάδιο, δηλαδή, μειώνονται οι διαστάσεις της εισόδου, διατηρώντας αλλά και αναδεικνύοντας τη σημαντική πληροφορία για την αναγνώριση.

ο Ολιστικά χαρακτηριστικά

Ένας σημαντικός αριθμός εργασιών χρησιμοποιεί την εικόνα καθεαυτή ή μετά από κάποιο μετασχηματισμό της για να μειωθεί, όπως είπαμε προηγουμένως, η διάσταση των δεδομένων. Λόγω ευαισθησίας στο φωτισμό και λόγω αλλαγών της εμφάνισης (διαφοροποιήσεις του προσώπου μεταξύ διαφορετικών ατόμων ή στο διαφορετικό προσανατολισμό προσώπου ως προς την κάμερα) των προσώπων οι τεχνικές αυτές παρουσιάζουν μειωμένη απόδοση.

Παρόλα αυτά, σε ελεγχόμενες συνθήκες οι ολιστικές τεχνικές μπορούν να δώσουν πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα, αφού βέβαια έχει προηγηθεί κανονικοποίηση των εικόνων με βάση γνωστές θέσεις των σημείων του προσώπου. Διαφορετικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν χαρακτηριστικά που δεν εξαρτώνται ιδιαίτερα από το φωτισμό (όπως οι ακμές της εικόνας).

Πιο ανθεκτικές τεχνικές βασίζονται στην προσαρμογή ενός παραμορφώσιμου μοντέλου (AAM, 3D morphable model) στις εικόνες του προσώπου, και χρήση των παραμέτρων του μοντέλου για αναγνώριση ή χρήση του μοντέλου για την αντιστάθμιση πόζας-γεωμετρίας πριν τον υπολογισμό ολιστικών χαρακτηριστικών. Η προσαρμογή των μοντέλων στην εικόνα πραγματοποιείται με επαναληπτικούς αλγόριθμους βελτιστοποίησης που απαιτούν αρχικοποίηση είτε κατά προσέγγιση είτε με σχετική ακρίβεια (αναλόγως με την περίπτωση) και χρόνο προκειμένου να συγκλίνουν. Η εφαρμογή αυτών των τεχνικών δίνει πολύ καλά αποτελέσματα, αλλά απαιτείται ένας μεγάλος αριθμός εικόνων εκπαίδευσης που να καλύπτουν το εύρος των αλλαγών στην εμφάνιση.

ο Ανατομικά χαρακτηριστικά

Τα περισσότερα συστήματα αναγνώρισης εκφράσεων είτε από εικόνες είτε από ακολουθίες εικόνων επιλέγουν βασίζονται σε ανατομικά χαρακτηριστικά. Τα χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση των εκφράσεων πρέπει να κωδικοποιούν τις μεταβολές στην εμφάνιση του προσώπου που οφείλονται αποκλειστικά στην έκφραση και δεν επηρεάζονται από άλλους παράγοντες, όπως τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του προσώπου ή τις συνθήκες περιβάλλοντος. Έχουν προταθεί δύο κατηγορίες ανατομικών χαρακτηριστικών: τα γεωμετρικά και τα εμφανισιακά (appearance based).

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά είναι συνήθως μετρήσεις ευκλείδειων αποστάσεων μεταξύ ανατομικών σημείων (π.χ. απόσταση ανάμεσα στο πάνω και στο κάτω χείλος) ή γεωμετρικές παραμορφώσεις. Αντίθετα τα εμφανισιακά χαρακτηριστικά μετρούν μεταβολές στην υφή (texture) της εικόνας. Εκτός των άλλων είναι κατάλληλα για μέτρηση μεταβολών που δεν μπορούν να περιγραφούν γεωμετρικά (π.χ. ρυτίδωση του μετώπου). Ο συνδυασμός χαρακτηριστικών και από τις δύο κατηγορίες φαίνεται να δίνει καλύτερα αποτελέσματα.

Τα πιο γνωστά ολοκληρωμένα συστήματα είναι αυτά που αναπτύχθηκαν στα πανεπιστήμια Carnegie Mellon University (CMU) και University of Illinois at Urbana-Campaign (UIUC). Και τα δύο έχουν στόχο την αυτόματη κωδικοποίηση FACS από ακολουθίες εικόνων.

Η πρώτη έκδοση του συστήματος CMU χρησιμοποιεί ένα σύνολο μοντέλων πολλαπλών καταστάσεων για την εξαγωγή των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του προσώπου. Για παράδειγμα ένα γεωμετρικό μοντέλο με τρεις καταστάσεις χρησιμοποιείται για τα χείλη: ανοιχτά, κλειστά, σφιχτά κλειστά. Άλλα χαρακτηριστικά όπως οι ρυτιδώσεις του μετώπου χαρακτηρίζονται απλά με την παρουσία/απουσία τους. Το σύστημα υπολογίζει 15 παραμέτρους

για το επάνω τμήμα του προσώπου και 9 για το κάτω. Χρησιμοποιούνται παράμετροι που περιγράφουν το σχήμα των χαρακτηριστικών, την κατάσταση τους και την κίνηση τους.

Σε νεότερες εκδόσεις εξετάστηκε η χρήση χαρακτηριστικών εμφάνισης που βασίζονται σε κυματίδια Gabor, και υπολογίζονται σε συγκεκριμένες ανατομικά προσδιορισμένες θέσεις, καθώς και ο συνδυασμός γεωμετρικών με εμφανισιακών χαρακτηριστικών.

Το σύστημα UIUC αρχικά χρησιμοποίησε γεωμετρικά χαρακτηριστικά ενώ σε σύγχρονες εκδόσεις προτάθηκε η χρήση χαρακτηριστικών εμφάνισης με βάση κυματίδια Gabor. Τα κυματίδια Gabor μπορεί να μην επηρεάζονται από ορισμένες αλλαγές στον φωτισμό, επηρεάζονται όμως από τοπικές αλλαγές που προκαλούνται από αλλαγή της 3D γεωμετρίας λόγω της κίνησης. Γι' αυτό έχει προταθεί ο υπολογισμός τους από τον λόγο (ratio) μεταξύ εικόνων που απεικονίζουν μια συγκεκριμένη έκφραση και της ουδέτερης εικόνας.

ο Χρονικά χαρακτηριστικά

Η έκφραση του προσώπου είναι ένα δυναμικό φαινόμενο που χαρακτηρίζεται από τη συνεχή μεταβολή των χαρακτηριστικών του προσώπου. Στα περισσότερα από τα συστήματα αναγνώρισης εκφράσεων που χρησιμοποιούν ακολουθίες εικόνων, τα άτομα στην αρχή της ακολουθίας βρίσκονται στην ουδέτερη κατάσταση και στην συνέχεια μεταβαίνουν σταδιακά στο απόγειο (apex) της έκφρασης όπου υπάρχει και η μέγιστη παραμόρφωση. Η εκμετάλλευση των δυναμικών χαρακτηριστικών κίνησης πραγματοποιείται με δύο βασικές προσεγγίσεις.

Η πρώτη προσέγγιση μετρά για κάθε χρονική στιγμή τη μεταβολή ενός ανατομικού χαρακτηριστικού (π.χ. τη γεωμετρική απόσταση) από την αντίστοιχη τιμή αναφοράς του ίδιου χαρακτηριστικού στην ουδέτερη έκφραση. Το πεδίο των διανυσμάτων κίνησης εκτιμάται μόνο στις περιοχές του προσώπου που περιλαμβάνουν τα χαρακτηριστικά αυτά. Η προσέγγιση αυτή έχει το μειονέκτημα ότι πρέπει να είναι διαθέσιμη μια εικόνα κάθε ατόμου στην ουδέτερη κατάσταση πράγμα που δεν είναι πρακτικό σε ορισμένες εφαρμογές.

Στη δεύτερη προσέγγιση υπολογίζεται το πεδίο των διανυσμάτων κίνησης είτε σε ολόκληρη την εικόνα είτε σε επιλεγμένες περιοχές του προσώπου. Το πεδίο διανυσμάτων κίνησης χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό υψηλότερου επιπέδου παραμέτρων παραμόρφωσης που χρησιμοποιούνται στην συνέχεια για την ταξινόμηση.

Κατηγοριοποίηση/Αναγνώριση συναισθήματος

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, έχουν οριστεί έξι βασικά συναισθήματα: χαρά, έκπληξη, φόβος, λύπη, απέχθεια και θυμός, τα οποία και χρησιμοποιούνται ως αντικείμενο αναγνώρισης στις περισσότερες αναλύσεις. Οι Ekman και Friesen κατάφεραν επίσης να κωδικοποιήσουν αποτελεσματικά τους συνδυασμούς των κινήσεων των μυών του προσώπου σε βασικές παραμορφώσεις, τα λεγόμενα Action Units (Aus), όπως είναι το άνοιγμα των χειλιών, το κλείσιμο των ματιών κλπ.

Σε αυτό το τελευταίο τμήμα του συστήματος, η αναπαράσταση που προέκυψε στο προηγούμενο βήμα, κατατάσσεται σε κάποιο από τα έξι βασικά συναισθήματα ή σε κάποια από τις βασικές παραμορφώσεις του προσώπου (Aus), ανάλογα με το είδος της πληροφορίας που υφίσταται επεξεργασία. Φυσικά, το τμήμα του συστήματος που εκτελεί την κατάταξη πρέπει προηγουμένως να έχει διαμορφωθεί σύμφωνα με δεδομένα εκπαίδευσης, δηλαδή εικόνες με γνωστή έκφραση ή κωδικοποιημένους συνδυασμούς Aus. Συνήθως, το στάδιο της κατηγοριοποίησης είναι ο συνδυασμός ενός μηχανισμού σύγκρισης και υλοποιείται με τρεις βασικές μεθόδους:

- με βάση πρότυπα (template-based), συγκρίνοντας δηλαδή την εικόνα δοκιμής με τα πρότυπα και εξαγοντας αυτό με τη μεγαλύτερη ομοιότητα,
- με βάση νευρωνικά δίκτυα (Neural Network-based) και
- με βάση κανόνες (Rule-based) όταν πρόκειται για αντιστοίχιση ενός συνδυασμού Aus με ένα συναίσθημα.

Τα τελευταία χρόνια παρουσιάστηκαν εργασίες που ταξινομούν περιορισμένο αριθμό εκφράσεων που πραγματοποιούμε στην καθημερινή μας επικοινωνία εκτός των βασικών εκφράσεων. Αν σκεφτεί κανείς ότι τα πειραματικά αποτελέσματα γίνονται με διάφορες βάσεις

εκφράσεων είναι αρκετά δύσκολο να εκτιμήσει κανείς τα πλεονεκτήματα της κάθε μεθόδου ταξινόμησης.

Η πλειονότητα των εργασιών βασίζεται σε κάποιο γνωστό αλγόριθμο μηχανικής μάθησης. Αρκετές εργασίες καταφεύγουν σε ταξινόμηση με βάση τον πλησιέστερο γείτονα (Nearest Neighbor), ενώ κάποιες άλλες βασίζονται στον γραμμικό προγραμματισμό. Διαφορετική προσέγγιση ακολουθεί το σύστημα UIUC που χρησιμοποιεί έναν ταξινομητή τύπου naïve Bayes (TreeAugmented Naïve Bayes) που έχει τη δυνατότητα να μαθαίνει αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε διαφορετικά χαρακτηριστικά.

Μια άλλη κατηγορία αλγορίθμων είναι αυτή που χρησιμοποιεί εκ των προτέρων γνώση για την κίνηση του προσώπου. Στην περίπτωση αυτή κάθε έκφραση μπορεί να αναγνωρισθεί εφόσον πληρεί μία σειρά από λογικούς κανόνες που συνήθως είναι σύγκριση ενός ανατομικού χαρακτηριστικού με κάποιο κατώφλι.

Οι περισσότερες από τις παραπάνω τεχνικές επιχειρούν αναγνώριση της έκφρασης σε κάθε καρέ της ακολουθίας ξεχωριστά. Για την εκμετάλλευση της δυναμικής της κίνησης έχει χρησιμοποιηθεί ο αλγόριθμος HMM που τροφοδοτείται είτε με τα αποτελέσματα της αναγνώρισης σε κάθε καρέ είτε απευθείας με χαρακτηριστικά.

4.5 Διανυσματική αναπαράσταση των εικόνων του προσώπου

Δύο είδη αναπαραστάσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην αναγνώριση και ταυτοποίηση εκφράσεων: Δυσδιάστατοι πίνακες τιμών (εικόνα στην κλίμακα του γκρι) και διανύσματα χαρακτηριστικών. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι να εξαχθούν από τις εικόνες τα διαχωριζόμενα χαρακτηριστικά και να γίνει σύγκριση των χαρακτηριστικών αυτών λόγω του ότι η ταυτοποίηση που βασίζεται σε ακατέργαστες εικόνες έχει αποδειχθεί ευαίσθητη. Έτσι θα μειωθεί η διάσταση της εικόνας ενώ θα διατηρηθεί μεγάλο μέρος της πληροφορίας. Με την εξαγωγή διανυσματικών χαρακτηριστικών γλυτώνουμε προβλήματα όπως η υπολογιστική πολυπλοκότητα αλλά και προβλήματα σχετικά με τον φωτισμό των εικόνων και τις έντονες διαφορές μεταξύ προσώπων. Αυτά τα διανύσματα θα πρέπει να περιγράφουν το κάθε πρόσωπο με μοναδικό τρόπο. Επιπλέον τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα θα πρέπει να εξαγονται με αυτόματο τρόπο και με μικρότερη διάσταση από την αρχική. Η εύρεση τέτοιων διανυσμάτων είναι το βασικότερο πρόβλημα των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων. Για τη διανυσματική αναπαράσταση των εικόνων προσώπων έχουν αναπτυχθεί πολυάριθμες μέθοδοι.

4.6 Μέθοδοι εξαγωγής χαρακτηριστικών

Η πλειονότητα των συστημάτων αναγνώρισης προσώπου θέτουν αυστηρούς περιορισμούς όπως φόντο, οι φωτογραφίες προσώπων να είναι σε εμπρόσθια όψη, τα πρόσωπα στις εικόνες να είναι στο κέντρο και υπό μικρή κλίση και περιστροφή κοκ. Οι μέθοδοι αυτοί επικεντρώνονται στην εξαγωγή χαρακτηριστικών, είτε γεωμετρικών είτε μέσω διανυσμάτων κίνησης. Κάποιες από τις δημοφιλέστερες προσεγγίσεις στην αναγνώριση προσώπων είναι οι εξής:

- Χρήση κυματιδίων τύπου Haar σε ταξινομητές ενός μόνο χαρακτηριστικού (ανίχνευση κατά Viola & Jones)
- Ο μετασχηματισμός Karhunen-Loeve και οι Αναλύσεις Κύριων και Ανεξάρτητων Συνιστωσών (PCA, ICA) που αποτελούν την καρδιά της αναπαράστασης των ιδιοδιανυσμάτων και χρησιμοποιούνται τόσο για εντοπισμό, όσο και για την αναγνώριση προσώπων με μάλλον αποδοτικότερη την διαδικασία εντοπισμού.
- Τα Νευρωνικά Δίκτυα για την αναγνώριση της συναισθηματικής κατάστασης από τις εκφράσεις του προσώπου
- Ανίχνευση προσώπου με την OpenCV
- Αλγόριθμοι Προσαρμοστικής Ενίσχυσης (Adaptive Boosting-AdaBoost)
- Μηχανές Ανυσματικής Στήριξης (Support Vector Machines-SVM)
- Μέθοδοι βασισμένοι σε Κατανομές (Distribution-based methods)
- Απλοϊκός Ταξινομητής Bayes (Naïve Bayes classifier)
- Μοντέλα Κρυφών Μεταβλητών Markov (Hidden Markov Models)

- Επαγωγική Μάθηση (Inductive Learning)

Για την ανίχνευση υψηλότερων ποσοτών αναγνώρισης οι περισσότεροι αλγόριθμοι απαιτούν την μετατροπή των φωτογραφιών προσώπων σε ένα κατάλληλο format το οποίο καλείται "head format". Σε αυτό τα απεικονιζόμενα πρόσωπα παρουσιάζονται σε συγκεκριμένη κλίμακα και οριοθέτηση και κάποια βασικά χαρακτηριστικά προσώπου είναι ευθυγραμμισμένα.

4.6.1 Χρήση κυματιδίων τύπου Haar ενός μόνο χαρακτηριστικού (Viola&Jones)

Το σύστημα ταξινομεί τις εικόνες με βάση τιμών απλών βαθμωτών χαρακτηριστικών (features) για απόκτηση γνώσης από δεδομένα μάθησης. Χρησιμοποιούνται απλά χαρακτηριστικά αντί της εικόνας λόγω του ότι ένα σύστημα βασισμένο σε χαρακτηριστικά (feature-based) είναι πολύ ταχύτερο από ένα σύστημα που χρησιμοποιεί ολόκληρη την εικόνα (pixel-based). Επιπλέον τα χαρακτηριστικά περιέχουν γνώση από συγκεκριμένες περιοχές της εικόνας που είναι δύσκολο να κωδικοποιηθεί χρησιμοποιώντας τετρασεμένα δεδομένα μάθησης. Χρησιμοποιούνται τρία είδη χαρακτηριστικών:

- Η τιμή ενός διπλού- τετραγώνου χαρακτηριστικού (two-rectangle features) είναι η διαφορά του αθροίσματος των pixel των δύο τετραγώνων
- Ένα τριπλό-τετράγωνο χαρακτηριστικό (three-rectangle feature) υπολογίζει το άθροισμα των δύο εξωτερικών τετραγώνων μειωμένο κατά το κεντρικό τετράγωνο
- Ένα τετραπλό-τετράγωνο χαρακτηριστικό (four-rectangle features) υπολογίζει τη διαφορά του αθροίσματος ανάμεσα στα διαγώνια τετράγωνα.

Τα χαρακτηριστικά τύπου Haar εφαρμόζονται σε ασπρόμαυρες εικόνες και καθορίζονται από την θέση, τις διαστάσεις και την τιμή τους. Δεδομένου ότι η βασική ανάλυση του ανιχνευτή είναι 24x24 pixels, το πλήθος των χαρακτηριστικών που δημιουργούνται είναι 45.000. Λόγω του ότι το εξαντλητικό σετ των χαρακτηριστικών ενός παραθύρου σάρωσης είναι αρκετά μεγάλο απαιτείται μία διαδικασία επιλογής των κυριότερων χαρακτηριστικών από αυτά. Αυτό γίνεται δυνατό με την ενδιάμεση αναπαράσταση της εικόνας ολοκλήρωμα Integral Image). Χρησιμοποιώντας την εικόνα ολοκλήρωμα κάθε ορθογώνιο άθροισμα μπορεί να υπολογιστεί σε σταθερό χρόνο με τέσσερα διανύσματα στις τιμές ενός πίνακα. Επομένως η διαφορά δύο τετραγώνων μπορεί να υπολογιστεί με οχτώ διανύσματα. Άμα ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι στα two-rectangle features τα τετράγωνα αυτά είναι γειτονικά, τότε αρκούν έξι διανύσματα.

4.6.2 Επιλογή χαρακτηριστικών με τον αλγόριθμο Adaboost

Στο γενικότερο πρόβλημα της ενδυνάμωσης (boosting) συνδυάζεται ένα μεγάλο σύνολο λειτουργιών ταξινόμησης, αποδίδοντας μεγαλύτερο βάρος σε κάθε καλή λειτουργία ταξινόμησης και μικρότερο βάρος σε κάθε κακή λειτουργία. Ο πιο γνωστός αλγόριθμος ενδυνάμωσης είναι ο αλγόριθμος Adaboost. Οι Viola & Jones, θεωρώντας μία αντιστοίχιση μεταξύ αδύναμων ταξινομητών (οι ταξινομητές που συνδυάζονται για να αποτελέσουν τον ισχυρό ταξινομητή) και χαρακτηριστικών, χρησιμοποίησαν τον αλγόριθμο Adaboost σαν μία αποτελεσματική διαδικασία για τον εντοπισμό ενός μικρού αριθμού καλών χαρακτηριστικών. Μια απλή και πρακτική μέθοδος για την ολοκλήρωση αυτής της αντιστοίχισης είναι ο περιορισμός του αδύναμου ταξινομητή σε λειτουργίες ταξινόμησης που εξαρτώνται από ένα μόνο χαρακτηριστικό.

4.6.3 Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (PCA)

Η μέθοδος της Ανάλυσης Κύριων Συνιστωσών (Principal Component Analysis-PCA) υπολογίζει ένα ορθοκανονικό σύνολο αξόνων στις διευθύνσεις όπου τα δεδομένα παρουσιάζουν μέγιστη συνδιασπορά [42]. Όλες οι εικόνες των προσώπων εκπαίδευσης προβάλλονται πάνω σε αυτόν τον υποχώρο ώστε να βρεθεί ένα σύνολο βαρών που περιγράφει τη συμμετοχή κάθε διανύσματος στον υποχώρο των προσώπων. Προκειμένου να γίνει η ταυτοποίηση μιας νέας εικόνας, πρέπει να προβληθεί το διάνυσμα που την αναπαριστά στον υποχώρο προσώπου ώστε να υπολογιστεί ένα αντίστοιχο σύνολο βαρών. Η ταυτοποίηση μπορεί να γίνει

συγκρίνοντας τα βάρη της εικόνας με τα σύνολα βαρών των εικόνων εκπαίδευσης. Η διαδικασία PCA βασίζεται στο μετασχηματισμό Karhunen-Loeve. Οι κύριες συνιστώσες ορίζονται ως τα ιδιοδιανύσματα του πίνακα συνδιασποράς. Η απομάκρυνση ορισμένων ιδιοδιανυσμάτων μπορεί να βελτιώσει την απόδοση της μεθόδου μειώνοντας τον θόρυβο. Η μέθοδος PCA ανήκει στην κατηγορία των στατιστικών μεθόδων που βρίσκουν ένα σύνολο από εικόνες βάσης και αναπαριστούν τα πρόσωπα ως ένα γραμμικό συνδυασμό των εικόνων αυτών. Διαχωρίζει τις συσχετίσεις των δεδομένων εισόδου αλλά δεν επεκτείνεται στις υψηλής τάξης εξαρτήσεις όπως οι σχέσεις μεταξύ τριών ή περισσότερων pixels.

4.6.4 Ο μετασχηματισμός Karhunen-Loeve (KLT)

Ο μετασχηματισμός Karhunen-Loeve στηρίζεται στην Ανάλυση σε Βασικούς Άξονες (PCA) και πραγματοποιεί μία συμπαγή αναπαράσταση των προσώπων μέσω των συντελεστών προβολής στους βασικούς άξονες. Κατασκευάζεται με βάση τις στατικές ιδιότητες των ίδιων των διανυσμάτων. Ο μετασχηματισμός KLT βασίζεται στην εξής απλή ιδέα: αν οι μεταβλητές είναι συσχετισμένες σε μεγάλο βαθμό, με το να προβληθούν σε καινούργιο σύστημα με λιγότερες συνιστώσες (Κύριες Συνιστώσες) οι οποίες θα είναι ασυσχέτιστες μεταξύ τους, επιτυγχάνεται η διατήρηση της πληροφορίας μειώνοντας ταυτόχρονα τα δεδομένα. Στην ιδανική περίπτωση, λίγες από τις κύριες συνιστώσες θα είναι σημαντικές και η προβολή αυτή βοηθώντας στην καλύτερη κατανόηση των δεδομένων επιτρέπει να προχωρήσουμε σε περαιτέρω ανάλυση. Στην πράξη, η ερμηνεία των προβολών στο καινούργιο σύστημα δεν είναι εύκολη και έτσι ο μετασχηματισμός χρησιμεύει κυρίως ως προκαταρκτικό στάδιο της μείωσης της διάστασης των δεδομένων. Οι άξονες του νέου συστήματος είναι κάθετοι μεταξύ τους στις διευθύνσεις όπου τα αρχικά δεδομένα παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη διασπορά. Το κατά πόσο αυτή η προβολή στους νέους άξονες αναπαριστά τα αρχικά δεδομένα προσδιορίζεται από την αντίστοιχη ιδιοτιμή. Η τιμή της αντίστοιχης ιδιοτιμής εκφράζει την πληροφορία που αντικατοπτρίζεται σε αυτήν την προβολή με κριτήριο τη διασπορά. Στις περισσότερες εφαρμογές επιλέγονται τόσες κύριες συνιστώσες όσες το άθροισμα των αντίστοιχων ιδιοτιμών τους ξεπεράσει ένα ικανοποιητικό ποσοστό.

4.6.5 Ανάλυση Ανεξάρτητων Συνιστωσών (ICA)

Σε μία διεργασία όπως η αναγνώριση εκφράσεων, στην οποία σημαντική πληροφορία μπορεί να περιέχεται τις υψηλές τάξεις σχέσης μεταξύ των pixels, είναι λογική η προσδοκία ότι καλύτερες εικόνες βάσης μπορούν να προκύψουν από μεθόδους ευαίσθητες σε αυτές της υψηλής τάξης ροπές. Η Ανάλυση Ανεξάρτητων Συνιστωσών που αποτελεί μία γενίκευση της μεθόδου PCA, είναι μία τέτοια μέθοδος η οποία προσπαθεί να υπολογίσει μία στατιστικά ανεξάρτητη διανυσματική βάση. Για εφαρμογές εικόνων προσώπου έχουν αναπτυχθεί δύο αρχιτεκτονικές βασισμένες στην Ανάλυση Ανεξάρτητων Συνιστωσών [43]. Η πρώτη παράγει στατιστικά ανεξάρτητες εικόνες βάσης ενώ η δεύτερη παράγει στατιστικά ανεξάρτητους συντελεστές.

Αφού ολοκληρωθεί ο αλγόριθμος ICA και έχουν αναπαρασταθεί οι εικόνες εκπαίδευσης και οι εικόνες δοκιμής με διανύσματα συντελεστών, ακολουθεί η ταξινόμηση των εικόνων δοκιμών σε κλάσεις. Τα διανύσματα συντελεστών του συνόλου δοκιμής αντιστοιχίζονται σε κάποια ετικέτα κλάσης με βάση τον αλγόριθμο κοντινότερης γεινιάσης (nearest neighbor algorithm). Σύμφωνα με αυτόν τον αλγόριθμο, ένα διάνυσμα ταξινομείται με βάση τη κλάση του διανύσματος από το οποίο απέχει την μικρότερη απόσταση.

4.6.6 Ανίχνευση προσώπων με την OpenCV

Η OpenCV είναι μία βιβλιοθήκη ελεύθερο λογισμικού η οποία αναπτύχθηκε από την Intel και αφορά στην επεξεργασία της εικόνας. Η ανίχνευση των αντικειμένων στην OpenCV στηρίζεται σε ένα σύστημα μηχανικής μάθησης το οποίο είναι ικανό να επεξεργάζεται πολύ γρήγορα μία εικόνα και να πετυχαίνει πολύ υψηλά ποσοστά επιτυχούς ανίχνευσης. Η διαδικασία της ανίχνευσης είναι πού πιο αποδοτική όταν βασίζεται στην ανίχνευση χαρακτηριστικών (features)

τα οποία κωδικοποιούν πληροφορία σχετικά με το αντικείμενο που πρόκειται να ανιχνευτεί. Χρησιμοποιούνται σε σύνολα και κωδικοποιούν πληροφορία που σχετίζεται με την αντίθεση φωτεινότητας ανάμεσα σε περιοχές της εικόνας, τον προσανατολισμό της αντίθεσης και την χωρική σχέση αυτών των περιοχών. Τρία είδη χαρακτηριστικών υπάρχουν κατά την διαδικασία της ανίχνευσης. Τα δι-πολυγωνικά, τα τρι-πολυγωνικά και τα τετρα-πολυγωνικά. Η τιμή των πρώτων είναι η διαφορά ανάμεσα στο σύνολο των pixels που βρίσκονται μέσα στις δύο πολυγωνικές περιοχές, η τιμή των δευτέρων υπολογίζεται αφαιρώντας από το άθροισμα των pixels των εξωτερικών πολυγώνων και τέλος η τιμή των τετρα-πολυγωνικών υπολογίζεται από τη διαφορά των pixels ανάμεσα στα διαγώνια μέρη του πολυγώνου. Για τον ταχύτερο υπολογισμό των χαρακτηριστικών, το σύστημα δε χρησιμοποιεί απευθείας τις τιμές φωτεινότητας της εικόνας αλλά μία ενδιάμεση αναπαράσταση της που ονομάζεται πλήρη εικόνα (integral image). Η εικόνα αυτή μπορεί να υπολογιστεί κατευθείαν από την αρχική εικόνα χρησιμοποιώντας απλές πράξεις στις τιμές των pixel της. Κατά τη διαδικασία της ανίχνευσης αντικειμένων ένας ταξινομητής εκπαιδεύεται με ένα μεγάλο αριθμό από εικόνες που περιέχουν το αντικείμενο προς ανίχνευση και έχουν όλες το ίδιο μέγεθος, και με αυθαίρετες εικόνες που δεν περιέχουν το αντικείμενο και είναι ίδιου μεγέθους με αυτές που περιέχουν αντικείμενο. Από κάθε εικόνα που περιέχει αντικείμενο (θετικά δείγματα) εξάγεται ένας πού μεγάλος αριθμός χαρακτηριστικών. Για την εξαγωγή αυτών των χαρακτηριστικών χρησιμοποιείται ένας αλγόριθμος μάθησης. Πειραματικά έχει αποδειχτεί ότι ένα πολύ μικρό σύνολο αυτών των χαρακτηριστικών είναι αρκετό για τη δημιουργία ενός πολύ αποδοτικού ταξινομητή. Μετά τη δημιουργία του ταξινομητή μπορεί να ξεκινήσει η διαδικασία της ανίχνευσης αντικειμένων σε μία εικόνα. Η εφαρμογή των ταξινομητών έχει έξοδο 1 αν η περιοχή στην οποία εφαρμόστηκε μοιάζει να περιέχει το αντικείμενο προς αναγνώριση, διαφορετικά έχει έξοδο 0. Η διαδικασία ανίχνευσης σε μία εικόνα γίνεται στα εξής στάδια: Αρχικά εφαρμόζονται οι πιο απλοί ταξινομητές προκειμένου να απορριφθεί η πλειοψηφία των περιοχών της εικόνας που δεν περιέχουν το αντικείμενο προς ανίχνευση. Έπειτα εφαρμόζονται πιο περίπλοκοι ταξινομητές για τη μείωση ποσοστού λάθους ανίχνευσης.

4.7 Βιβλιογραφική έρευνα

Η βιβλιογραφία με αντικείμενο την αναγνώριση συναισθημάτων από εικόνες του προσώπου είναι πλούσια. Εδώ παρουσιάζονται κάποιες από τις πιο γνωστές τεχνικές.

Οι Essa και Pentland [37] χρησιμοποίησαν ακολουθία εικόνων ως είσοδο, με το πρόσωπο σε εμπρόσθια όψη. Ως είσοδος χρησιμοποίησαν μια 2D εικόνα στην οποία προσάρμοσαν ένα 3D πλέγμα (μοντέλο) της γεωμετρίας του προσώπου. Οι πληροφορίες που εξάγονται είναι οι εξής:

- η μέγιστη μυϊκή δραστηριοποίηση, η οποία υπολογίζεται με τη βοήθεια μιας εκτίμησης της παραμόρφωσης με βάση την οπτική ροή.
- Η ενέργεια της κίνησης στο χώρο και στο χρόνο

Η κατηγοριοποίηση στην πρώτη περίπτωση γίνεται βρίσκοντας τη μεγαλύτερη συσχέτιση με τα πρότυπα μυϊκής δραστηριοποίησης, ενώ στη δεύτερη περίπτωση γίνεται βρίσκοντας την ελάχιστη απόσταση από τα πρότυπα της ενέργειας. Η κατάταξη γίνεται σε κάποια από τις εξής πέντε εκφράσεις: χαμόγελο, έκπληξη, θυμός, απέχθεια και σηκωμένα φρύδια. Για την πειραματική εφαρμογή χρησιμοποιήθηκαν 52 ακολουθίες εικόνων 8 ατόμων και η ακρίβεια της μεθόδου είναι 98%.

Οι Zhang, Lyons et al. [38] χρησιμοποίησαν ως είσοδο στατικές εικόνες με πρόσωπα σε εμπρόσθια όψη και προχώρησαν στον εντοπισμό του προσώπου και την εξαγωγή πληροφορίας με μη αυτόματο τρόπο, χρησιμοποιώντας μια υβριδική προσέγγιση. Αρχικά εφαρμόστηκε στο πρόσωπο χειροκίνητα ένα πρότυπο γράφημα 34 κόμβων με κέντρο τη μύτη και στη συνέχεια χρησιμοποίησαν κυματίδια Gabor για την εξαγωγή του διανύσματος χαρακτηριστικών της κάθε εικόνας. Το σύνολο αυτών των διανυσμάτων υποβλήθηκε σε PCA (μέθοδος ανάλυσης Κύριων Συνιστωσών) για τη μείωση των διαστάσεων τους και στο αποτέλεσμα εφαρμόστηκε γραμμική διακριτή ανάλυση (Linear Discriminant Analysis, LDA) για το διαχωρισμό αυτών που αντιπροσωπεύουν διαφορετικά χαρακτηριστικά προσώπου. Τα στάδια της ταξινόμησης είναι δύο:

- το αποτέλεσμα της προ-επεξεργασίας περνάει από έξι διαφορετικούς ταξινομητές, έναν για κάθε συναίσθημα, που υλοποιούνται με νευρωνικά δίκτυα (NN Classifiers). Ο κάθε ταξινομητής αποφασίζει αν στο πρόσωπο αναγνωρίζεται ή όχι το αντίστοιχο συναίσθημα.
- εξετάζεται αν το πρόσωπο ταξινομήθηκε σε μία ή παραπάνω κατηγορίες. Αν δε ταξινομήθηκε σε καμία, το αποτέλεσμα είναι η ουδέτερη έκφραση ενώ αν ταξινομήθηκε μόνο σε μία, τότε εξάγεται αυτή. Αν η αναγνώριση είναι θετική για περισσότερες από μία κατηγορίες, τότε η απόφαση λαμβάνεται σύμφωνα με την ελάχιστη απόσταση από τα κέντρα των αντίστοιχων κατηγοριών.

Η κατάταξη έγινε στα έξι βασικά συναισθήματα. Για την πειραματική εφαρμογή, χρησιμοποιήθηκε ένα σύνολο από 193 εικόνες 9 γυναικών που χωρίστηκε σε 10 τμήματα, από τα οποία τα 9 τμήματα αποτελούσαν το σύνολο εκπαίδευσης και 1 τμήμα το σύνολο της δοκιμής. Αυτό επαναλήφθηκε 10 φορές, έτσι ώστε να δοκιμαστούν όλα τα τμήματα και το ποσοστό επιτυχίας που προέκυψε από το μέσο όρο ήταν περίπου 90%. Η δοκιμή του σε άτομα άγνωστα στο σύστημα έριξε το ποσοστό στο 75%.

Οι Pantic και Rothkrantz [39] χρησιμοποίησαν δύο στατικές εικόνες ως είσοδο, μία με το πρόσωπο σε εμπρόσθια όψη και μία προφίλ. Προχώρησαν στην ανίχνευση περιγραμμάτων του προσώπου και των τμημάτων του στην εμπρόσθια όψη και στη συνέχεια στην ανίχνευση σημείων στα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά. Στο προφίλ, ανιχνεύτηκε αρχικά το περίγραμμα του προσώπου και τα σημεία των κορυφών και των κοιλάδων πάνω σε αυτό. Η πληροφορία για την αναγνώριση προέκυψε από τις διαφοροποιήσεις σε σχέση με την ουδέτερη έκφραση του ίδιου προσώπου στα παραπάνω σημεία. Η κατηγοριοποίηση έγινε με βάση κανόνες αντιστοίχισης (rule based classifier) Aus σε δύο στάδια:

- Στο πρώτο στάδιο η γεωμετρία του προσώπου κωδικοποιείται σε 28 Aus και στο δεύτερο
- γίνεται αντιστοίχιση του συνδυασμού των Aus, που προέκυψε προηγουμένως, σε κάποιο από τα έξι βασικά συναισθήματα.

Για την πειραματική εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε ένα σύνολο από 265 στατικές εικόνες δύο όψεων πάνω από 8 ατόμων και η αναγνώριση των συναισθημάτων έγινε με 91% επιτυχία αλλά μικρές ανακρίβειες στην εξαγωγή των δεδομένων καθώς και πρόσωπα με γυαλιά και τριχοφυΐα είναι απαγορευτικά.

Οι Lien et al [40] προσανατολίστηκαν στην αναγνώριση AUs και χρησιμοποίησαν ακολουθίες εικόνων προσώπου σε εμπρόσθια όψη ως είσοδο. Πρότειναν τρεις διαφορετικές τεχνικές για τον εντοπισμό και την εξαγωγή της πληροφορίας. Και στις τρεις τεχνικές έγινε κανονικοποίηση ως προς το μέγεθος και τον προσανατολισμό του κεφαλιού, και αποκοπή (cropping) της περιοχής ενδιαφέροντος.

- Στην πρώτη τεχνική ο εντοπισμός έγινε με ανίχνευση σημείων και στη συνέχεια βρέθηκε η μετακίνηση, σε σχέση με το πρώτο στιγμιότυπο (frame) έξι σημείων στο πάνω όριο των φρυδιών.
- Στη δεύτερη τεχνική χρησιμοποιήθηκε η πυκνότητα οπτικής ροής για τον εντοπισμό του προσώπου και στη συνέχεια εφαρμόστηκε ανάλυση κύριων συνιστωσών (Principal Component Analysis, PCA), μία μέθοδος που χρησιμοποιείται τόσο για εντοπισμό, όσο και για την αναγνώριση προσώπων με μάλλον αποδοτικότερη την διαδικασία εντοπισμού.
- Στην Τρίτη τεχνική έγινε ανίχνευση ακμών για τον εντοπισμό του προσώπου και στη συνέχεια υπολογισμός της πυκνότητας των ακμών και της διακύμανσης, σε τμήματα της εικόνας όπου τα pixels έδειξαν σημαντική διαφοροποίηση στην ποσότητα των ακμών σε σχέση με το πρώτο frame.

Το τμήμα της κατηγοριοποίησης υλοποιήθηκε με διανυσματική κβαντοποίηση της προηγούμενης πληροφορίας, σε συνδυασμό με μια μορφή Bayesian δικτύων, τα Hidden Markov Models, που είναι στατιστικά μοντέλα κρυφών μεταβλητών.

Η κατάταξη έγινε σε τρεις AUs του πάνω ορίου του προσώπου που σχετίζεται με την κίνηση των φρυδιών. Για την πειραματική εφαρμογή χρησιμοποιήθηκαν 260 ακολουθίες

εικόνων από 60 άτομα και τα ποσοστά επιτυχίας ήταν 85% για τις μεθόδους μετακίνησης σημείων και ανίχνευσης ακμών και 93% για την PCA της οπτικής ροής.

4.8 Βάσεις Δεδομένων

Εξαιτίας του μεγάλου ενδιαφέροντος των ερευνητικών ομάδων, τα τελευταία χρόνια, για μία σειρά από μελέτες αναγνώρισης με βάση τα στοιχεία του προσώπου, δημιουργήθηκαν πολλές βάσεις δεδομένων εικόνων από πανεπιστήμια και ινστιτούτα έρευνας. Το περιεχόμενο και το μέγεθος τους διαφέρει από βάση σε βάση προκειμένου να καλύψει πολλών ειδών μελέτες. Μια καλή βάση δεδομένων προσώπου προκειμένου να καλύπτει κάθε είδους μελέτη αναγνώρισης θα πρέπει να περιλαμβάνει:

- Στατικές εικόνες αλλά και video.
- Εικόνες απομονωμένες ή και μερικώς απομονωμένες . Επίσης να περιλαμβάνονται εικόνες με γένια και γυαλιά.
- Διάφορες όψεις των προσώπων ή τουλάχιστον εμπρόσθια και προφίλ όψεις.
- Αυθόρμητες και καθοδηγούμενες εκφράσεις προσώπου καθώς και αναπαράσταση των Action Units(Aus) ξεχωριστά αλλά και σε συνδυασμό αυτών.
- Αλληλουχίες/καρέ με μεταβάσεις, ουδέτερη έκφραση (neutral expression) αλλά και μεταβάσεις από οποιαδήποτε κατάσταση στην έκφραση(variable-expression).
- Επαρκή μεταδεδομένα (meta data) που να σχετίζονται με στοιχεία που αφορούν κάθε αντικείμενο της βάσης και αποτελούν τεκμηριωμένη αλήθεια (ground truth) για τους ερευνητές.
- Εικόνες που καταγράφηκαν κάτω από τις ίδιες αλλά και σκόπιμα κάτω από διαφορετικές συνθήκες φωτισμού.

Επιπλέον θα πρέπει:

- Να είναι εύχρηστη στους ερευνητές και την ακαδημαϊκή κοινότητα.
- Και τέλος να παρουσιάζει ποικιλία ως προς την εθνικότητα, την ηλικία και το φύλο των αντικειμένων της.

Μία επισκόπηση βάσεων δεδομένων με εικόνες προσώπου που είναι διαθέσιμες καταγράφεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 3: Γνωστές βάσεις δεδομένων και τα χαρακτηριστικά τους

Name of database	No. of images	Expression / pose / illumination	Color/ Gray	Resolution	Images / image sequence	Number of subjects	Year
FERET	14,051	2/9-20/2	Gray	256x384	Images	1199	1996
JAFFE	213	7/1/1	Gray	256x256	Images	10	1998
AR database	3288	4/1/4	Color	768x567	Images	116	1998
Cohn Kanade AU-coded, v1	486	6/1/1	Gray	640x490	image sequence	97	2000
CAS-PEAL database	30,900	6/21/9-15	Color	360x480	Images	1040	2003
Korean Face Database (KFDB)	52,000	5/7/16	Color	640x480	Images	1000	2003
MMI FE	800+ sequences, 200+ images	6/2/1	Color	720x576	Images & Image sequence	52	2005
University of Texas Video db		11/9/1	Color	720x480	Images, video stream	284	2005
BU-3D FE	2500	7/2/4	Color	1040x1329	Images, 3D models	100	2006
FG-NET	399	6/1/1	Color	320x240	Image sequence	18	2006
FE db of MPI for Biological Cybernetics	5600	4/7/1	Color	256x256	Images	200	2006
BU-4D FE	606 3D sequence	6/ 1/1	Color	1040x1329	Image sequence, 3D models	101	2008
Radboud Face Database	8040	8/5/1	Color	1024x681	Images	67	2010

Οι βάσεις εκφράσεων προσώπων, όπως είπαμε, αποτελούν πολύτιμα εργαλεία για την ανάπτυξη και την αξιολόγηση των αλγόριθμων αναγνώρισης εκφράσεων. Μέχρι τώρα δεν υπάρχει μία καθολικά χρησιμοποιούμενη βάση αναφοράς με την οποία να γίνεται η αξιολόγηση των αλγόριθμων αναγνώρισης εκφράσεων. Οι παλαιότερες έρευνες στον τομέα αυτό χρησιμοποίησαν κυρίως τη βάση POFA (Pictures Of Facial Affect) των Ekman και Friesen. Η βάση αυτή περιλαμβάνει 110 εικόνες όπου 14 άτομα πραγματοποιούν τις έξι βασικές εκφράσεις συν την ουδέτερη κατάσταση.

Η βάση των Cohn-Kanade χρησιμοποιείται ακόμα σε πολλές δημοσιεύσεις. Περίπου 500 ακολουθίες ασπρόμαυρων εικόνων από τη βάση αυτή, όπου 100 άτομα πραγματοποιούν τις έξι βασικές εκφράσεις, είναι διαθέσιμες στους ερευνητές. Η βάση των Cohn-Kanade όμως έχει κάποια βασικά μειονεκτήματα που την καθιστούν ακατάλληλη για ορισμένες προσεγγίσεις. Το πρώτο πρόβλημα είναι ότι κατά την καταγραφή χρησιμοποιήθηκαν πηγές φωτός μεγάλης έντασης και πολλές ακολουθίες εικόνων είναι υπερβολικά φωτισμένες. Το δεύτερο είναι ότι σε κάποιες ακολουθίες εικόνων τοποθετήθηκε πάνω στο πηγούνι η ένδειξη του ρολογιού. Τρίτον, όλες οι ακολουθίες εικόνων σταματούν στο απόγειο της έκφρασης και δεν πραγματοποιείται επιστροφή στην ουδέτερη κατάσταση. Τα τελευταία χρόνια δημιουργήθηκαν και άλλες βάσεις εκφράσεων. Μερικές βάσεις περιλαμβάνουν εκτός από τα έξι βασικά συναισθήματα διάφορα άλλα συναισθήματα, τα οποία πραγματοποιούνται είτε αυθόρμητα είτε επιτηδευμένα. Οι έξι

Βασικές εκφράσεις (θυμός, απέχθεια, έκπληξη, φόβος, χαρά, λύπη) σε όλες τις υπάρχουσες βάσεις πραγματοποιούνται επιτηδευμένα. Αυθόρμητες εκφράσεις που αντιστοιχούν σε διάφορα συναισθήματα μπορούν να καταγραφούν σε φυσικές σκηνές της καθημερινότητας, όπου τα άτομα βιντεοσκοπούνται εν γνώσει τους ή εν αγνοία τους. Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν κοινωνιολογικοί μέθοδοι για να προκαλέσουν συναισθήματα σε άτομα τα οποία βιντεοσκοπούνται είτε σε εξωτερικό χώρο είτε σε εργαστηριακό περιβάλλον.

Παρόλο που δημιουργήθηκαν ορισμένες καινούριες βάσεις, υπήρχε ακόμα η ανάγκη για μια βάση με πολλά άτομα και πολλές ακολουθίες εκφράσεων για κάθε άτομο, ώστε να επαρκούν τα δεδομένα για τη στατιστική αξιολόγηση των αλγορίθμων αναγνώρισης εκφράσεων. Για παράδειγμα η βάση Cohn-Kanade περιλαμβάνει αρκετά άτομα αλλά μόνο λίγες ακολουθίες εικόνων ανά άτομο. Έτσι δεν είναι εφικτό να συμπεριλάβει κανείς στο σύνολο εκπαίδευσης ενός αλγορίθμου μια ακολουθία που αντιστοιχεί σε μία έκφραση ενός ατόμου και να δοκιμάσει τον αλγόριθμο χρησιμοποιώντας διαφορετική ακολουθία της ίδιας έκφρασης του ίδιου ατόμου και μάλιστα να μπορεί να αξιολογήσει την απόδοση του αλγορίθμου δοκιμάζοντας το αυτό για πολλές εκφράσεις και για πολλά άτομα.



Εικόνα 13: Ακολουθία εικόνων τις έκφρασης «έκπληξη» από τη βάση Cohn-Kanade [28]

Η παραπάνω αναγκαιότητα αποτέλεσε το κίνητρο για τη δημιουργία της βάσης της Ομάδας Κατανόησης Πολυμέσων (Multimedia Understanding Group – MUG). Το πρώτο κύριο ερώτημα ήταν τι είδους εκφράσεις θα περιείχε η βάση και το δεύτερο ποιος θα ήταν ο τρόπος πρόκλησής τους, πώς θα ήταν δηλαδή δυνατό να καταγραφούν. Αφού κατανοήθηκαν τα προβλήματα και οι προκλήσεις που έπρεπε να αντιμετωπιστούν, αποφασίστηκε ότι η καταγραφή συγκεκριμένων αυθόρμητων εκφράσεων πολλών ατόμων και μάλιστα η πολλαπλή καταγραφή των εκφράσεων αυτών με τρόπο μη επεμβατικό δεν ήταν εφικτή. Έτσι τελικά η καταγραφή πραγματοποιήθηκε σε ελεγχόμενες εργαστηριακές συνθήκες και όχι σε φυσικό περιβάλλον και χωρίστηκε σε δύο μέρη.

Ο πρώτος τρόπος καταγραφής αποτέλεσε το πρώτο μέρος της βάσης και αφορά σε επιτηδευμένες εκφράσεις. Τα άτομα μιμούνται τις έξι βασικές εκφράσεις κάτω από την καθοδήγηση ενός μέλους της ομάδας. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να έχουμε συγκεκριμένες εκφράσεις και περισσότερες από μια ακολουθίες εικόνων ανά έκφραση. Στο δεύτερο μέρος της βάσης η λήψη έγινε καθώς τα άτομα έβλεπαν ένα βίντεο, το οποίο δημιουργήθηκε για να προκαλέσει συναισθήματα. Με τον τρόπο αυτό έχουμε διάφορες αυθόρμητες εκφράσεις που προκλήθηκαν σε εργαστηριακές συνθήκες.

4.8.1 Η Βάση του Ekman (FACSAID)

Τη βάση για τα περισσότερα από τα συστήματα αναγνώρισης εκφράσεων αποτέλεσε η εργασία του Ekman και Friesen, οι οποίοι δημιούργησαν ένα σύστημα κωδικοποίησης το οποίο περιγράφει όλες τις οπτικά διαχωριστικές κινήσεις του προσώπου το οποίο το ονόμασαν FACS-Facial Coding System. Στηριζόμενοι σε αυτό το σύστημα κωδικοποίησης ο Ekman και οι συνεργάτες του δημιούργησαν τη βάση FACSAID η οποία χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των συναισθηματικών εκφράσεων με βάση τις μετρήσεις των παραμέτρων του FACS. Οι ερευνητές πάλεψαν με προβλήματα όπως πώς θα οργανωθούν ξεχωριστά, μεμονωμένα FACS σε σχετικές βαθμολογίες για κομμάτια συμπεριφοράς και στην συνέχεια, πώς θα ερμηνεύσουν τα κομμάτια αυτά από πλευράς ψυχολογικών εννοιών.

Πρόκειται για ένα σύνολο 110 εικόνων σε εμπρόσθια όψη και στην κλίμακα του γκρι, οι οποίες απεικονίζουν 14 άτομα, 6 άντρες και 8 γυναίκες, που εκφράζουν τουλάχιστον μία φορά τα έξι βασικά συναισθήματα καθώς και την ουδέτερη έκφραση.

Για την ανάπτυξη της βάσης, πολλά άτομα εκπαιδεύτηκαν στη σύσπαση και χαλάρωση διαφορετικών μυών του προσώπου που σχετίζονται με τις διάφορες εκφράσεις. Στην φωτογράφιση, επιδιώχθηκε περισσότερο η καθοδηγούμενη ενεργοποίηση συγκεκριμένων μυϊκών μονάδων που συμμετέχουν σε ένα συγκεκριμένο συναίσθημα, σύμφωνα με τον Ekman, παρά η αναπαράσταση του ίδιου του συναίσθηματος. Από εκατοντάδες φωτογραφίες επιλέχτηκαν αυτές που συμφωνούσαν περισσότερο με τις σχετικές εμπειρικές έρευνες, για να συμπεριληφθούν τελικά στη βάση οι πιο αντιπροσωπευτικές για κάθε συναίσθημα.

Για να διαπιστωθεί πρακτικά η αξιοπιστία των απεικονιζόμενων εκφράσεων, κάθε εικόνα της βάσης παρουσιάστηκε για 10 δευτερόλεπτα σε Αμερικανούς φοιτητές και των δύο φύλων, από τους οποίους ζητήθηκε να κατατάξουν τις εικόνες στα έξι βασικά συναίσθημα. Ο αριθμός των παρατηρητών του κάθε φύλου ήταν περίπου ο ίδιος. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε με δύο τρόπους:

Στην πρώτη διαδικασία το απαντητικό φύλλο παρείχε τα δυνατότητα επιλογής, ανάμεσα στα έξι βασικά συναίσθημα, αυτού που περιέγραφε καλύτερα την κάθε εικόνα κατά την κρίση του παρατηρητή.

Στη δεύτερη διαδικασία το απαντητικό φύλλο παρουσίαζε κάθε συναίσθημα σε μία επτάβαθμη κλίμακα και ο παρατηρητής βαθμολογούσε κάθε εικόνα στις κλίμακες όλων των συναισθημάτων. Η τελική απόφαση ήταν το συναίσθημα με το μεγαλύτερο βαθμό με εξαίρεση τις περιπτώσεις όπου δύο ή περισσότερα συναίσθημα είχαν τον ίδιο βαθμό, οπότε και γινόταν διαγραφή της αντίστοιχης κρίσης (λιγότεροι από 5% των παρατηρητών χρειάστηκε να διαγραφούν).

Όλες οι εικόνες της βάσης, αναγνωρίστηκαν επιτυχώς από το 70% των παρατηρητών τουλάχιστον. Το πλήθος των εικόνων κάθε συναισθήματος που πέτυχαν διάφορα ποσοστά σωστών κρίσεων φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4 Ποσοστά σωστών κρίσεων παρατηρητών

Ποσοστό σωστών κρίσεων	Χαρά (18)	Λύπη (17)	Φόβος(15)	Θυμός(17)	Έκπληξη(14)	Απέχθεια(15)
71-80%		3	2	4	1	1
81-90%		6	8	4	2	5
91-100%	18	8	5	9	11	9

4.8.2 MMI Facial Expression Database

Η συγκεκριμένη βάση αποτελεί μια προσπάθεια για να συστηματοποιηθεί ο τρόπος κατασκευής τέτοιων βάσεων και να πληροί μια σειρά αναγκαίων κριτηρίων. Η βάση αυτή είναι web-based, δηλαδή εύκολα προσβάσιμη, έχει φιλικό περιβάλλον διεπαφής και αρκετά κριτήρια αναζήτησης. Δίνει τη δυνατότητα σε άλλους ερευνητές να προσαρτούν τις δικές τους φωτογραφίες στο σύνολο της βάσης. Το σύστημα ασφαλείας είναι βασισμένο στο μοντέλο "Mandatory Multilevel Access Control", επιτρέποντας την ύπαρξη ομάδων χρηστών με διαφορετικού επιπέδου εξουσιοδότηση. Τέλος, πολύ θετικό είναι ότι η βάση μπορεί να προσφερθεί για τεστ συγκριτικών επιδόσεων (benchmark).

Βέβαια η βάση αυτή παρουσιάζει εγγενή σημεία αδυναμίας. Συγκριτικά ένα μικρό ποσοστό των ακολουθιών εικόνων έχουν βαθμολογηθεί με Aus score, προσφέροντας στους ερευνητές λιγότερη ευχέρεια.

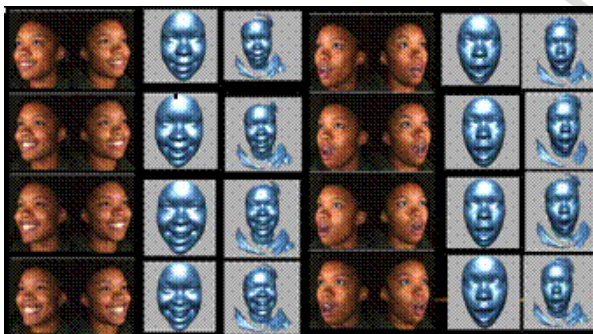
4.8.3 Η βιβλιοθήκη OPENCV

Η βιβλιοθήκη 'Open Source Computer Vision Library' είναι μία ελεύθερα διαθέσιμη, ανοικτού κώδικα συλλογή από ρουτίνες σε C++, που αφορούν την τεχνητή όραση. Η OpenCV παρέχει

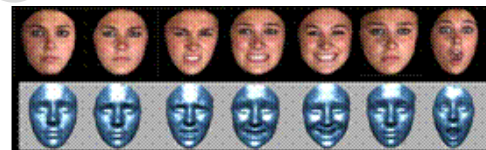
μία στερεή υποδομή για την τεχνητή όραση που επιτρέπει στους ειδικούς να δουλέψουν σε ένα υψηλότερο επίπεδο από το στοιχειώδες. Η υποστήριξη της OpenCV στην τεχνητή όραση είναι εκτεταμένη. Υποστηρίζει ρουτίνες για την ανάγνωση, απεικόνιση, επεξεργασία και αποθήκευση απλών φωτογραφικών εικόνων αλλά και κινηματογραφικών ταινιών. Παρέχονται ένα πλήθος από ρουτίνες για την επεξεργασία εικόνας και υποστηρίζονται ρουτίνες υπολογιστικής γεωμετρίας, αναγνώρισης προτύπων και αλγόριθμοι ανίχνευσης αντικειμένων. Η OpenCV παρέχει χαμηλού και υψηλού επιπέδου API για την ανίχνευση προσώπων ή άλλων αντικειμένων, ανάλογα με την εκπαίδευση που έχει προηγηθεί στον ταξινομητή αντικειμένων που προσφέρει.

4.8.4 BU-3DFE

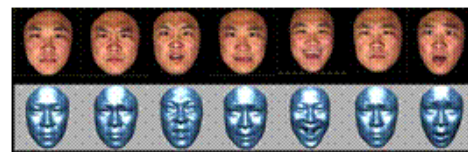
Η BU-3DFE [68] βάση δεδομένων δημιουργήθηκε από το Πανεπιστήμιο Binghamton της Νέας Υόρκης. Η βάση αυτή αποτελείται από 100 αντικείμενα-άτομα (56 γυναίκες και 44 άνδρες) διαφορετικών εθνικοτήτων, το καθένα εκ των οποίων αποσπά 7 καθολικές εκφράσεις του προσώπου (θυμός, αηδία, χαρά, λύπη, φόβος, έκπληξη και ουδέτερη έκφραση) με 4 επίπεδα έντασης. Τα 2500 3D μοντέλα έκφρασης περιγράφονται τόσο με βάση τα 3D γεωμετρικά τους σχήματα όσο και με τις 3D χρωματικές υφές. Για να διευκολυνθούν οι αντιστοιχίες, τα 83 FPs (feature points) προσδιορίζονται σε κάθε 3D μοντέλο. Οι επιφάνειες του προσώπου χαρακτηρίζονται από τα πρωτογενή επιφανειακά χαρακτηριστικά βάσει των επιφανειακών καμπυλοτήτων (Εικόνα 14). Η κατανομή αυτών των χαρακτηριστικών χρησιμοποιούνται ως δείκτες της επιφάνειας του προσώπου, χαρακτηρίζοντας την έκφραση του προσώπου. Η συγκεκριμένη βάση δεδομένων χρησιμοποιεί την μέθοδο LPA (Γραμμική Διακριτή Ανάλυση-Linear Discriminant Analysis) προκειμένου να εξαγάγει συμπεράσματα για την έκφραση του εκάστοτε προσώπου στηριζόμενη πάντα στις 6 καθολικές εκφράσεις (εξαιρούμενη η ουδέτερη έκφραση) με ποσοστό επιτυχημένης αναγνώρισης 83%.



Four levels of facial expressions from low to high. Expression models show the cropped face region and the entire facial head.



Seven expressions female (neutral, angry, disgust, fear, happiness, sad, and surprise), with face images and facial models



Seven expressions male (neutral, angry, disgust, fear, happiness, sad, and surprise), with face images and facial models

Εικόνα 14: Εκφραστικές περιοχές οριζόμενες από τον πρωτογενή επιφανειακό χαρακτηριστικό του προσώπου [68]

4.8.5 BU-4DFE(3D+time)

Προκειμένου να αναλυθεί η συμπεριφορά του προσώπου από ένα 3D στατικό χώρο σ' έναν 3D δυναμικό χώρο, η παραπάνω βάση δεδομένων επεκτάθηκε στην BU-4 DFE [68]. Αυτή η νέα βάση δεδομένων παρουσιάζεται ως μια νεοσύστατη υψηλής ευκρίνειας 3D βάση δεδομένων για τις εκφράσεις του προσώπου, η οποία προς το παρόν τίθεται μόνο στην διάθεση της

επιστημονικής ερευνητικής κοινότητας. Οι 3D εκφράσεις του προσώπου «συλλαμβάνονται» με αναλογία βίντεο (25 πλαίσια ανά δευτερόλεπτο). Για κάθε αντικείμενο, υπάρχουν 6 βασικές ακολουθίες-συχνότητες που δείχνουν τις 6 πρωτότυπες εκφράσεις προσώπου(συν μια που δείχνει την ουδέτερη έκφραση). Κάθε έκφραση-ακολουθία περιέχει 100 πλαίσια (frames). Η BU-4DFE περιλαμβάνει 606 3D ακολουθίες που έχουν «συλληφθεί» από 101 άτομα, 58 γυναίκες και 43 άνδρες, με συνολικά 60.600 μοντέλα-πλαίσια. Κάθε 3D μοντέλο (Εικόνα 15) μιας 3D ακολουθίας-βίντεο διαθέτει την ανάλυση 35.000 περίπου κορυφών. Τέλος, κάθε βίντεο υποστηρίζει ανάλυση 1040x1329 pixels ανά καρτέ.



Εικόνα 15: Δείγμα ακολουθιών μοντέλου για μια έκφραση [68]

Πίνακας 5: Πρόσβαση σε διάφορες βάσεις δεδομένων [28]

S no.	Name of the database	Contact for accessibility	University / country
1	FERET database	http://face.nist.gov/colorferet/request.html	George Mason University, USA
2	JAFFE database	Michael J Lyons – http://www.kasrl.org/jaffe_download.html	Psychology Department, Kyushu University, Japan
3	AR database	Aleix M Martinez – aleix@ecn.purdue.edu	Computer Vision Center, Purdue University, Barcelona, Spain
4	Cohn Kanade facial expression database	Jeffrey Cohn - jeffcjohn@cs.cmu.edu	Carnegie Mellon University, Robotics Institute, Pittsburg
5	CAS-PEAL database	Shaoxin Li - sxli@jdl.ac.cn	Face Group, Chinese Academy of Sciences, China
6	Korean Face database	http://www.kisa.or.kr/eng/main.jsp	Center for Artificial Vision Research, Korea University, Korea
7	MMI FE database	Maja Pantic – M.pantic@ewi.delft.nl	Delft University of Technology, Delft, The Netherlands
8	University of Texas Video database	Alice O Toole – otoole@utdallas.edu	University of Texas, Dallas
9	BU-3D FE database	Lijun Yin - lijun@cs.binghamton.edu	Binghamton University, State University of New York
10	FG-NET database	fgnet@mmk.ei.tum.de	Technical University of Munich, Munich
11	MPI for Biological Cybernetics database	http://faces.kyb.tuebingen.mpg.de/index.php	Max Planck Institute for Biological Cybernetics, Tübingen, Germany
12	Radboud Face database	Ron Dotsch - www.rafd.nl	Radboud University, Nijmegen, The Netherlands

4.9 Εφαρμογές

Η αναγνώριση των συναισθημάτων ενισχύει την αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή. Ένα υπολογιστικό σύστημα, που είναι σε θέση να αναγνωρίζει τα συναισθήματα του χρήστη, μπορεί να προσαρμόζει τις λειτουργίες του ανάλογα και επομένως να ανταποκρίνεται καλύτερα στις ανάγκες του χρήστη και να είναι πιο έμπιστο και αποτελεσματικό. Ο υπολογιστής πρέπει να αποτελεί ένα εύχρηστο εργαλείο, γεγονός που καθιστά άμεση προτεραιότητα την αντίληψη της διάθεσης του χρήστη του. Για το λόγο αυτό, μπορεί να βρει εφαρμογές σε πολλούς τομείς:

- *Συστήματα ανθρώπινης ζωής (life support systems)*: Η αναγνώριση συναισθημάτων από ένα υπολογιστικό σύστημα και η αναπροσαρμογή των λειτουργιών του σύμφωνα με αυτά μπορεί να βρει εφαρμογές και σε συστήματα προστασίας της ανθρώπινης ζωής. Ένα τέτοιο σύστημα υποστήριξης, που θα είναι εξαιρετικά χρήσιμο στην οδήγηση αυτοκινήτων αλλά και σε χώρους εργασίας όπου τα εργατικά ατυχήματα είναι συχνά.
- *Προσαρμογή ρυθμίσεων λογισμικού*: Ένα έξυπνο λογισμικό πρέπει να είναι ευέλικτο όσον αφορά τις ανάγκες του χρήστη. Δηλαδή πρέπει να αντιλαμβάνεται αν κάποιες λειτουργίες του προκαλούν στο χρήστη δυσaréσκεια ή αδυναμία κατανόησης και να

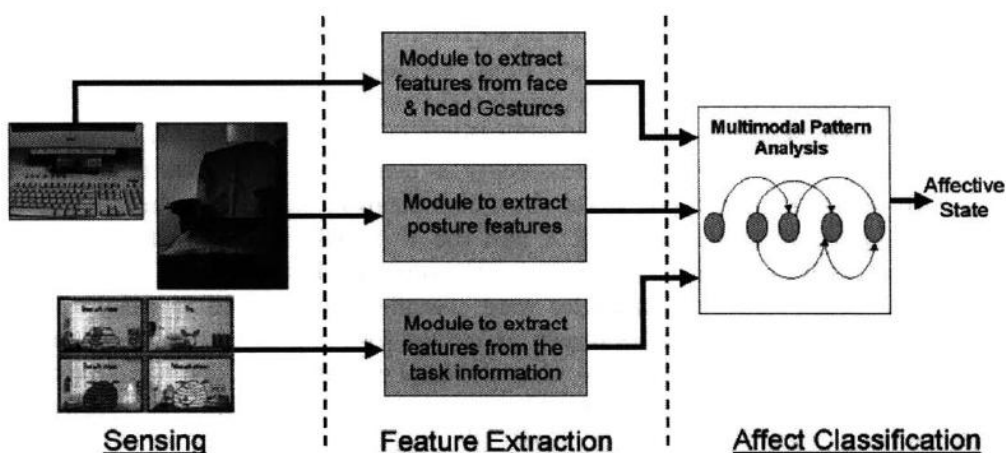
προσαρμόζει ανάλογα το λειτουργικό του περιβάλλον. Μια τέτοια δυνατότητα αναπροσαρμογής θα ήταν εξαιρετικά ωφέλιμη και στις οδηγίες που συνοδεύουν ένα λογισμικό. Είναι σημαντικό το σύστημα να αναγνωρίζει πότε ο χρήστης κοιτάζει ανυπόμονα επειδή η ροή της πληροφορίας είναι πολύ αργή ή πότε κοιτάζει έντονα επειδή δεν προλαβαίνει και να προσαρμόζει ανάλογα τη λειτουργία του. Έτσι κάθε χρήστης θα μπορεί να κατανοεί τις οδηγίες, είτε είναι αρχάριος είτε είναι πιο προχωρημένος.

- *Διασκέδαση*: Ο τομέας της διασκέδασης μέσω υπολογιστών δεν είναι καθόλου αμελητέος. Ένα παιχνίδι σε υπολογιστή θα ήταν σίγουρα πιο ελκυστικό αν ο χρήστης είχε τη δυνατότητα να αλληλεπιδρά με τους ήρωες του και να του μεταδίδει το θυμό του, την αγωνία ή την ικανοποίηση του.
- *Μάρκετινγκ προϊόντων*: Ένα εμπορικό προϊόν, είτε είναι υλικό είτε πρόκειται για υπηρεσία, θα μπορούσε να βελτιωθεί σημαντικά και να γίνει ιδιαίτερα ανταγωνιστικό αν η αντίστοιχη επιχείρηση είχε τη δυνατότητα να σφυγμομετρεί τα συναισθήματα των πελατών και να αντιλαμβάνεται αν είναι ικανοποιημένοι ή όχι (Morkes, Kernal, & Nass, 2000).
- *Εκπαίδευση*: Ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα εκμάθησης μέσω υπολογιστή μπορεί να γίνει πιο αποδοτικό αν έχει την ικανότητα να αντιλαμβάνεται τις αντιδράσεις του χρήστη και να προσαρμόζει ανάλογα τη διδασκαλία του. Η ανάλυση των εκφράσεων δίνει σε ένα τέτοιου είδους πρόγραμμα τη δυνατότητα να αντιλαμβάνεται έγκαιρα αν ο χρήστης για παράδειγμα, κουράστηκε και αδυνατεί να παρακολουθήσει ή δεν έχει κατανοήσει κάτι.
Οι σύγχρονες εκπαιδευτικές τεχνολογίες μπορούν να ανατροφοδοτήσουν τον μαθητή και να μεγιστοποιήσουν τον ενθουσιασμό του ή να ελαχιστοποιήσουν το άγχος του π.χ. με τη χρήση κινούμενων σχεδίων (cartoons, avatars), κινούμενο κείμενο, κινητική τυπογραφία, μουσική, ταινίες μικρού μήκους κ.α.
Παράλληλα μπορούν να παρέχουν κατάλληλη πληροφόρηση στον εκπαιδευτικό (monitoring). Συνοπτικές αναφορές φυσιολογικών σημάτων και κινητικής δραστηριότητας (ιδιαίτερα η αναγνώριση εκφράσεων προσώπου) μπορούν να βοηθήσουν τον εκπαιδευτικό να προβλέψει τη συναισθηματική κατάσταση των μαθητών του κατά 60% περισσότερο από το κανονικό (Argo et al, 2009).
Έχουν αναπτυχθεί αρκετά συστήματα τα οποία έχουν προβλέψει συναισθηματικές αντιδράσεις χρηστών με επιτυχία αναγνώρισης συναισθημάτων σε ποσοστό μεγαλύτερο του 80%. Το AutoTutor (D'Mello et al., 2005) είναι ένα πλήρες αυτοματοποιημένο ηλεκτρονικό εκπαιδευτικό σύστημα το οποίο μπορεί να κατηγοριοποιεί τα συναισθήματα με βάση τις εκφράσεις του προσώπου σε συνδυασμό με κινήσεις του σώματος και στοιχεία διαλόγου στην αλληλεπίδραση του χρήστη. Η αναγνώριση του συναισθήματος μπορεί να βελτιώσει την προσαρμοστικότητα των εκπαιδευτικών τεχνολογιών. Για να τελεσφορήσουν οι παραπάνω τεχνολογικές εκπαιδευτικές καινοτομίες, υπάρχει ανάγκη για ανάπτυξη σύγχρονων παιδαγωγικών θεωριών και νέων μοντέλων μάθησης τα οποία θέτουν ως βασικό στόχο, όχι μόνο την εκπαίδευση με βάση το συναίσθημα, αλλά και την εκπαίδευση του ίδιου του συναισθήματος (Goleman, 1995). Τις τελευταίες δεκαετίες εκπαιδευτικά μοντέλα όπως το Stein and Levine Model, Cognitive Disequilibrium Model, The learning cycle model , επιδιώκουν να εξερευνήσουν τους συνδέσμους μεταξύ των συναισθημάτων και της μάθησης.

4.10 Παραδείγματα συστημάτων αναγνώρισης συναισθηματικής συμπεριφοράς

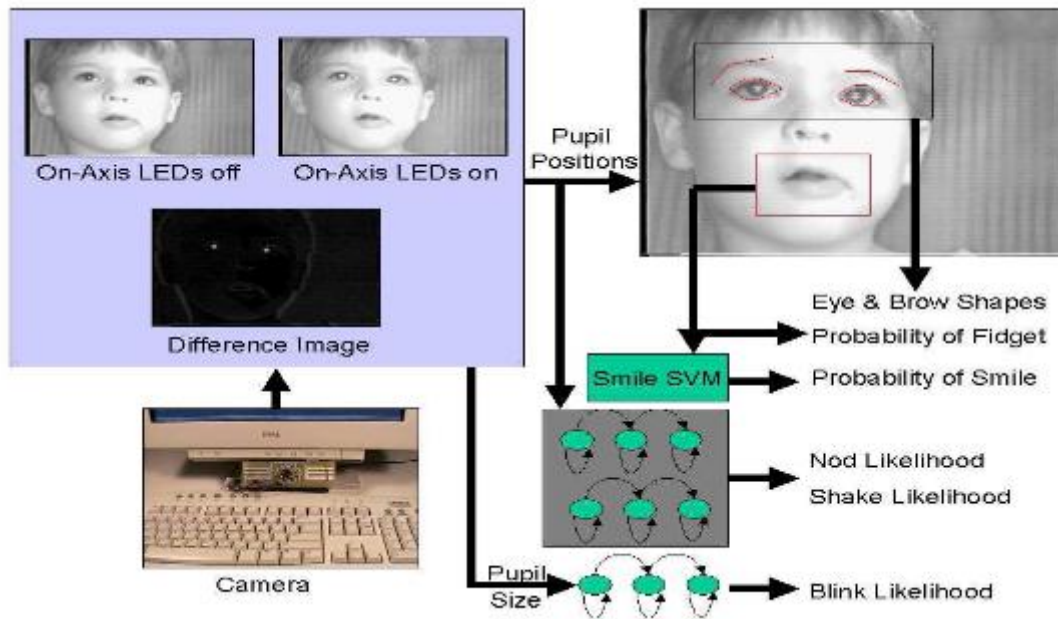
Η ηλεκτρονική μάθηση διαφέρει από τη συμβατική μάθηση στο γεγονός ότι χωρίζει τους εκπαιδευτικούς από τους εκπαιδευόμενους. Λόγω αυτού του διαχωρισμού δεν είναι σε θέση να επικοινωνήσουν πρόσωπο με πρόσωπο. Ως αποτέλεσμα η σύγχρονη ηλεκτρονική μάθηση παίρνει αρκετά ανθρώπινα συναισθήματα υπόψη. Η συναισθηματική κατάσταση αντανακλάται στις εκφράσεις του προσώπου ενός ατόμου και έτσι μπορεί να διαβαστεί από τους εκπαιδευτικούς με στόχο καλύτερα δυνατά αποτελέσματα στην διαδικασία μάθησης [24].

Οι Ashish Kapoor και Rosalind W. Picard [26] προτείνουν ένα σύστημα αναγνώρισης συναισθηματικής κατάστασης σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα από φυσιολογικά σήματα και εκφράσεις του προσώπου. Στην εικόνα 16 περιγράφεται η αρχιτεκτονική αυτού του συστήματος. Οι μη λεκτικές συμπεριφορές του χρήστη ανιχνεύονται μέσω μιας κάμερας και μιας αισθητήριας καρέκλας πίεσης (pressure sensing chair). Η κάμερα είναι εξοπλισμένη με υπέρυθρες LED ακτίνες για δομημένο φωτισμό που βοηθάει στην παρακολούθηση των μαθητών σε πραγματικό χρόνο και την εξαγωγή χαρακτηριστικών από το πρόσωπο τους. Ομοίως τα στοιχεία που ανιχνεύονται από την καρέκλα χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή χαρακτηριστικών από τις στάσεις των εκπαιδευόμενων. Αυτά τα δύο χαρακτηριστικά επεξεργάζονται και συνδυάζονται ώστε να αναγνωριστεί η συναισθηματική κατάσταση των εκπαιδευομένων.



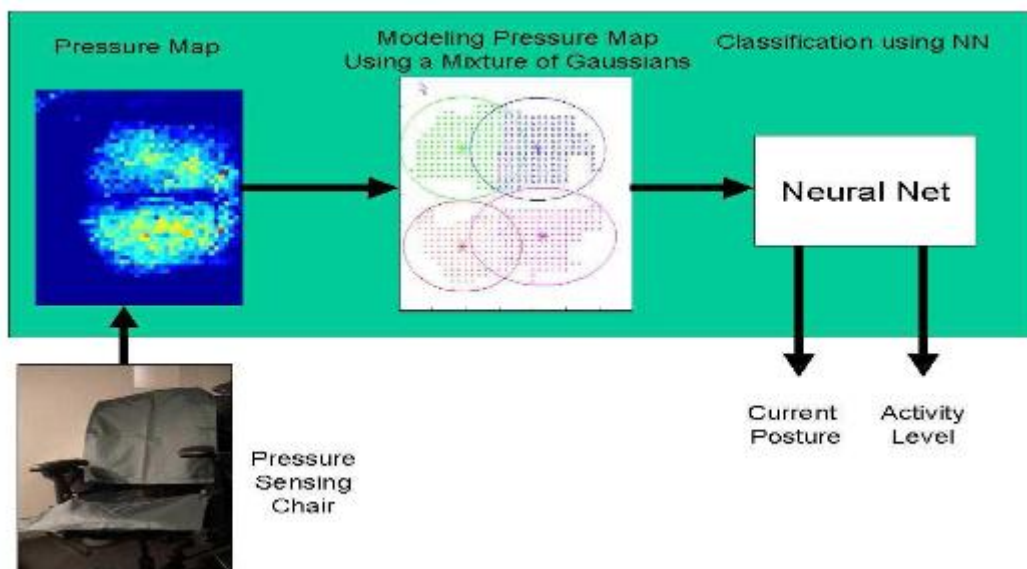
Εικόνα 16: Η αρχιτεκτονική του συστήματος Ashish Kapoor και Rosalind W. Picard [25]

Η εξαγωγή των χαρακτηριστικών του προσώπου του μαθητή γίνεται από το σχήμα των ματιών και των φρυδιών, το χαμόγελο και το σχήμα του στόματος καθώς και από το νεύμα και το κούνημα του κεφαλιού (εικόνα 17). Οι αλγόριθμοι εξαγωγής που χρησιμοποιεί είναι ο SVM και ο HMM.



Εικόνα 17: Μοντέλο εξαγωγής χαρακτηριστικών προσώπου συστήματος Ashish Kapoor και Rosalind W. Picard [26]

Οι στάσεις του σώματος αναγνωρίζονται από δύο στρώματα της ειδικής καρέκλας. Το ένα βρίσκεται στην πλάτη του καθίσματος και το άλλο στο κάθισμα. Το πάχος του κάθε στρώματος είναι 0.10 χιλιοστά και αποτελείται από 42 με 48 σειρές από αισθητηριακές μονάδες πίεσης που κατανέμονται σε έναν χώρο 41X47 εκατοστών. Ο αλγόριθμος ταξινόμησης που χρησιμοποιεί είναι τα Νευρωνικά Δίκτυα. Στην εικόνα 18 περιγράφεται το μοντέλο αυτό για την εξαγωγή των στάσεων του σώματος του μαθητή.



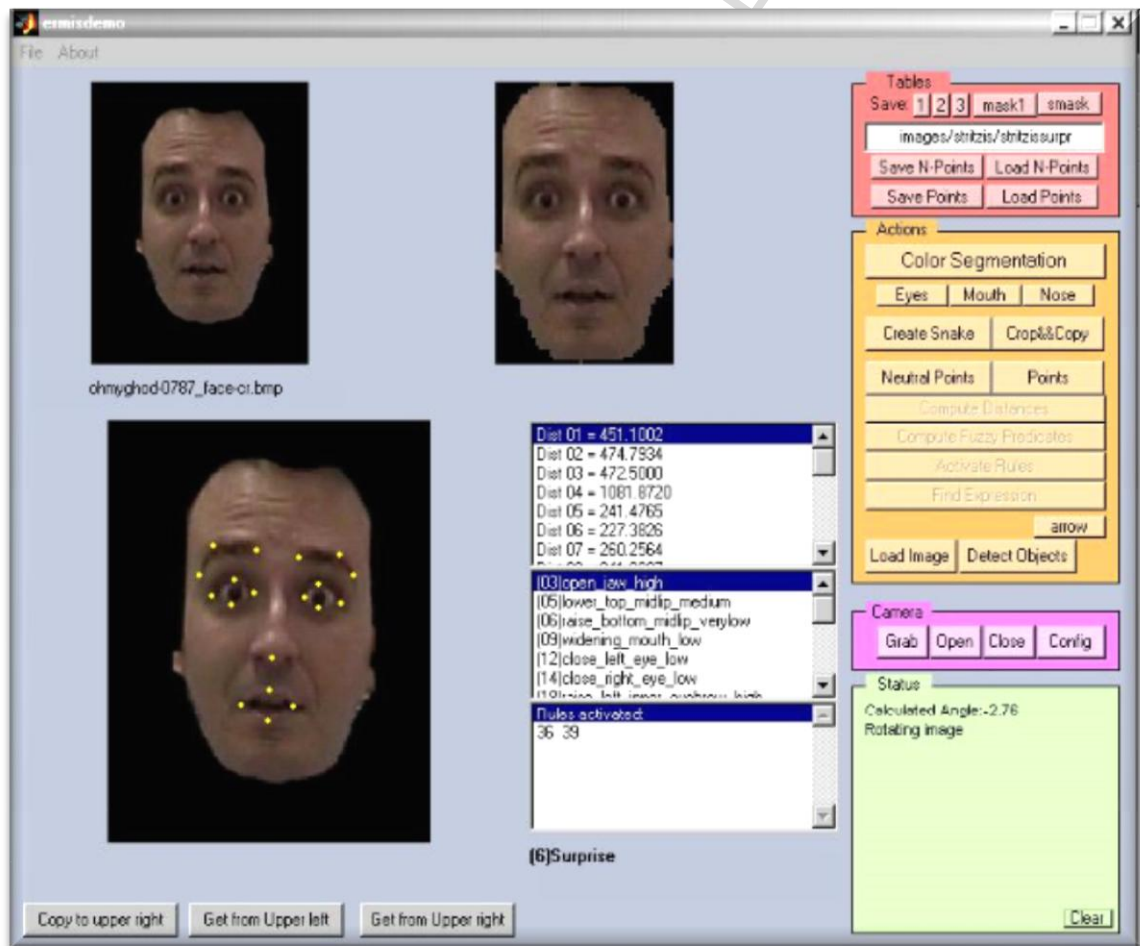
Εικόνα 18: Μοντέλο εξαγωγής των στάσεων του σώματος μαθητή του συστήματος Ashish Kapoor και Rosalind W. Picard [26]

Για την αναγνώριση της συναισθηματικής κατάστασης του μαθητή από τα παραπάνω εξαγόμενα χαρακτηριστικά έγιναν πολλές συγκρίσεις ταξινομητών και αυτός με τη μεγαλύτερη ακρίβεια (86%) αποδείχτηκε ο Γκαουσιανός ταξινομητής.

Ένα άλλο σύστημα το οποίο χρησιμοποιείται για την αναγνώριση της συναισθηματικής κατάστασης του χρήστη συνδυάζοντας μη-λεκτικά δεδομένα και ομιλία, είναι το πρόγραμμα ERMIS [27] το οποίο στοχεύει να αναπτύξει ένα Emotion Rich Machine Interface System λογισμικό. Στόχος του, δηλαδή, είναι η ανάπτυξη ενός πρότυπου συστήματος για την αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή το οποίο θα είναι ικανό να ερμηνεύσει την συναισθηματική κατάσταση του χρήστη όπως, το ενδιαφέρον, την πλήξη, τον θυμό, από τον λόγο ή/και τις εκφράσεις του προσώπου του.

Το σύστημα ERMIS λαμβάνει εισόδους με οπτικό-ακουστικά σήματα που καταγράφονται από τον χρήστη χρησιμοποιώντας μονάδες που επεξεργάζονται το γλωσσικό περιεχόμενο του λόγου(τι ειπώθηκε), το παραγλωσσικό (πώς ειπώθηκε) ενώ παράλληλα χρησιμοποιούνται οπτικά σήματα στα οποία βασίζεται και η αναγνώριση. Για να μετρηθούν οι παράμετροι ανάλυσης του προσώπου σε πραγματικές ακολουθίες εικόνων πρέπει να καθοριστεί μια χαρτογράφηση μεταξύ αυτών και των συγκεκριμένων σημείων των παραμέτρων ορισμού προσώπου (Facial Definition Parameters) τα οποία αντιστοιχούν σε εμφανή σημεία του προσώπου.

Ένα παράδειγμα του τρόπου που υπολογίζονται οι αποστάσεις του χαρακτηριστικού σημείου FP (Feature Point) παρουσιάζεται στην εικόνα 19. Τα προφίλ που επιλέγονται από το υποσύστημα ανάλυσης της έκφρασης του προσώπου και η τελική αναγνώριση του συναισθήματος της έκπληξης.



Εικόνα 19: Η πλατφόρμα του ERMIS [27]

Το σύστημα ERMIS για την εξαγωγή και ταξινόμηση των χαρακτηριστικών, βασίζεται στις μηχανές διανυσματικής υποστήριξης SVMs. Για την εξαγωγή των χαρακτηριστικών ορίζονται ορισμένες παραδοχές που αφορούν το στήσιμο του προσώπου ή τη γενική θέση

χαρακτηριστικών του προσώπου. Σε κάθε βήμα γίνεται σταδιακή αποκάλυψη πληροφοριών σχετικά με το πρόσωπο, υποστηρίζοντας πάντα την δυνατότητα βελτιστοποίησης της συγκεκριμένης εφαρμογής. Κάθε στάδιο του σχήματος παράγει μία εκ' των υστέρων γνώση, γι' αυτό και οδηγεί σε μία βήμα προς βήμα οπτικοποίηση των χαρακτηριστικών που αναζητούνται [27].

Το σύστημα ERMIS βρίσκει εφαρμογή σε τηλεφωνικά κέντρα, σε τηλεφωνικούς θαλάμους και αυτόματα τηλέφωνα δημόσιων υπηρεσιών όπου η φωνή του πελάτη στην αρχή ή στο τέλος της κλήσης καθώς και η έκφραση του προσώπου αποδεικνύουν τη συναισθηματική του κατάσταση. Βρίσκει επίσης εφαρμογή στην τηλεκπαίδευση όπου οι φωνητικές και οι οπτικές απαντήσεις των μαθητών μαρτυρούν την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας.

Μια ακόμη εφαρμογή που μπορεί να αξιοποιηθεί σε πλήθος εφαρμογών που έχουν να κάνουν με το e-learning είναι αυτή των P. Ravindra De Silva et al. Το σύστημα καλεί έναν ευφυή πράκτορα (Πράκτορας Mix), ο οποίος ελέγχει την ένταση συναισθημάτων του παίχτη. Λαμβάνοντας υπόψη αυτούς τους παράγοντες, χρησιμοποιεί ένα σύστημα αναγνώρισης κινήσεων ελέγχοντας ανά πάσα στιγμή την ένταση τόσο των αρνητικών όσο και των θετικών συναισθημάτων του παίχτη και φροντίζει μεταβάλλοντας το επίπεδο δυσκολίας του παιχνιδιού να τα κρατήσει σε συγκεκριμένα επιθυμητά όρια. Με τον τρόπο αυτό, ο παίκτης μπορεί να εξασκηθεί και να βελτιωθεί με τρόπο ευχάριστο και χωρίς να κουραστεί.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΚΦΡΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΕ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ

Ένας υπολογιστής που θα είχε τη δυνατότητα να αποκωδικοποιήσει και να παράγει συναισθηματικές αντιδράσεις θα μπορούσε να βελτιώσει ουσιαστικά τις σημερινές αλληλεπιδραστικές του δυνατότητες. Ήδη τα πεδία της σύνθεσης και ανάλυσης συναισθημάτων αρχίζουν να ανοίγουν νέους ορίζοντες στους ερευνητές για να σκεφτούν και να δημιουργήσουν αλληλεπιδραστικά υπολογιστικά συστήματα. Η επισκόπηση των υπολογιστικών μοντέλων οδηγεί στην επιλογή των θεωριών αξιολόγησης (appraisal theories) για υπολογιστική υλοποίηση και ως πεδίο εφαρμογής αυτό της εμφύχωσης εικονικών χαρακτήρων (virtual agent animation).

5.1 Μοντέλο Ortony, Clore και Collins

Στη βιβλιογραφία της συναισθηματικής υπολογιστικής η θεωρία με τις περισσότερες αναφορές είναι αυτή των Ortony, Clore και Collins, η ονομαζόμενη θεωρία OCC. Πρόκειται για μια από τις πιο χαρακτηριστικές θεωρίες αξιολόγησης και έχει κριθεί από πολλούς μελετητές ως η πλέον αρμόζουσα για την μοντελοποίηση της ανθρώπινης συναισθηματικής συμπεριφοράς. Αποτελεί το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα υπολογιστικής εφαρμογής θεωρητικού μοντέλου που μπόρεσε με τα συμπεράσματα του να τροποποιήσει την αρχική θεωρία στην οποία στηρίχτηκε [15].

Όπως είδαμε και στο κεφάλαιο 2, η θεωρία των Ortony, Clore και Collins (OCC) [41] υποθέτει ότι τα συναισθήματα αναπτύσσονται σαν συνέπειες σε συγκεκριμένες γνωστικές διεργασίες και ερμηνείες. Σύμφωνα με το αναθεωρημένο μοντέλο OCC κάθε τύπος συναισθήματος συνδέεται με μια ποικιλία από πιθανές αντιδράσεις. Ο Ortony ορίζει 3 βασικούς τύπους τάσης για συναισθηματική αντίδραση: σε επίπεδο εκφραστικότητας (expressive), σε επίπεδο επεξεργασίας πληροφοριών και σε επίπεδο ικανότητας του ατόμου να ανταποκριθεί (coping). Ένας χαρακτήρας μπορεί να ικανοποιηθεί ή όχι από τις συνέπειες ενός γεγονότος (*pleased/displeased*), να επικροτήσει ή να απορρίψει τις δραστηριότητες κάποιου άλλου χαρακτήρα (*approve/disapprove*) και τέλος να του αρέσουν ή όχι τα χαρακτηριστικά ενός αντικείμενου (*like/dislike*). Στο μοντέλο OCC υπάρχει μία διάκριση σχετικά με τον αποδέκτη των συνεπειών μίας δράσης. Εάν οι συνέπειες αφορούν κάποιον τρίτο μπορούν να διαχωριστούν σε επιθυμητές ή ανεπιθυμητές ενώ οι συνέπειες που αφορούν τον ίδιο τον χαρακτήρα μπορούν να διαχωριστούν σε σχετικές ή άσχετες προσδοκίες. Οι σχετικές προσδοκίες τέλος μπορούν να διαχωριστούν σε επιβεβαιωμένες ή μη, ανάλογα με τον αν τελικά συμβαίνουν στον κόσμο ή όχι. Επίσης προσφέρει μία δομή μεταβλητών όπως η πιθανότητα ενός γεγονότος ή το κατά πόσο ένα αντικείμενο είναι γνώριμο ή όχι στον παίκτη, που επιτρέπει να καθοριστεί η ένταση των διαφόρων τύπων συναισθημάτων. Το μοντέλο OCC είναι αρκετά λεπτομερειακό λοιπόν ώστε να καλύπτει σχεδόν όλες τις καταστάσεις στις οποίες μπορεί να βρεθεί ένας χαρακτήρας από πλευράς συναισθηματικών αλληλεπιδράσεων.

Η επεξεργασία συναισθήματος που οδηγεί στη συμπεριφορά ενός εικονικού χαρακτήρα (virtual agent) σύμφωνα με την αναθεωρημένη μορφή του μοντέλου OCC είναι μία διαδικασία η οποία αποτελείται από πέντε βήματα:

Κατηγοριοποίηση (Classification)

Κατά τη φάση της κατηγοριοποίησης ο χαρακτήρας επεξεργάζεται τα γεγονότα και αποκτά από την επεξεργασία αυτή πληροφορίες σχετικά με τις συναισθηματικές κατηγορίες που θα πρέπει να επηρεαστούν. Είναι προφανές ότι πέρα από το γεγονός (ή την πράξη ή το αντικείμενο) με το οποίο έρχεται αντιμέτωπος ο χαρακτήρας δεν του χρειάζεται κάποια εξωτερική πληροφόρηση, αφού είναι σε θέση να γνωρίζει τις προτιμήσεις του ίδιου του εαυτού. Για παράδειγμα ας υποθέσουμε ότι έχουμε φτιάξει έτσι τον εικονικό μας χαρακτήρα ώστε να είναι πεπεισμένος ότι του αρέσουν τα τριαντάφυλλα. Εάν ένας παίκτης του δώσει μερικά τότε ο χαρακτήρας θα εκτιμήσει αρχικά τις συνέπειες για τον παίκτη, και θα καταλήξει σε λύπηση, καθώς ο παίκτης τώρα έχει λιγότερα τριαντάφυλλα απ'ότι πριν και στην συνέχεια θα εκτιμήσει τις συνέπειες του γεγονότος για τον ίδιο του τον εαυτό, και θα καταλήξει σε ικανοποίηση, καθώς τώρα έχει

επιτέλους 15 περισσότερα τριαντάφυλλα. Επίσης θα εκτιμήσει την πράξη του παίκτη που του έδωσε τα τριαντάφυλλα και θα καταλήξει σε θαυμασμό και τέλος θα εκτιμήσει και το ίδιο το αντικείμενο και θα καταλήξει σε αγάπη για αυτό. Για να μπορέσει ένας χαρακτήρας να κάνει σωστά την διαδικασία της κατηγοριοποίησης όπως φαίνεται και από το παραπάνω παράδειγμα πρέπει κατά κύριο λόγο να έχει γνώση. Αρχικά πρέπει να γνωρίζει την σχέση του με τον παίκτη, την οποία συνήθως προϋποθέτουμε ως καλή. Ακόμη πρέπει να γνωρίζει τι σημαίνει η κάθε πράξη για τον παίκτη (User Model) ώστε να μπορεί για παράδειγμα να ενεργοποιηθεί το συναίσθημα «χαρούμενος για κάποιον» όταν ο άλλος παίκτης προβεί σε μία πράξη που αναμένεται να τον κάνει να αισθανθεί καλύτερα. Κατά δεύτερον, πρέπει να έχει κάποιον στόχο (Goals) τον οποίο θέλει να επιτύχει και στον οποίο τα διάφορα αντικείμενα ή γεγονότα τον κάνουν να έρχεται πιο κοντά ή πιο μακριά. Για παράδειγμα στον στόχο «Επιβίωση» τα τριαντάφυλλα συνεισφέρουν θετικά. Τρίτον, πρέπει να ξέρει τι μπορεί να περιμένει από τον παίκτη, για να μπορεί αντίστοιχα να εκτιμήσει την αξία μίας πράξης. Όπως καταλαβαίνουμε όσο πιο απίθανη είναι μία «καλή» πράξη, τόσο πιο έντονο θετικό συναίσθημα περιμένουμε να προκαλέσει. Έτσι, στο παράδειγμά μας, ο χαρακτήρας πρέπει να ξέρει ότι ο παίκτης δεν τριγυρνάει μοιράζοντας λουλούδια ώστε να μπορέσει να νιώσει θαυμασμό όταν αυτός του δώσει μερικά. Τέλος, όπως προαναφέραμε ο χαρακτήρας προφανώς πρέπει να ξέρει ότι του αρέσουν τα τριαντάφυλλα (Attitudes).

Οι απαιτήσεις σε γνώση που έχει το μοντέλο OCC για τον χαρακτήρα πρέπει να προσδιοριστούν και να αποθηκευτούν κατά τον σχεδιασμό του από τον προγραμματιστή. Είναι σαφές ότι ένας εικονικός χαρακτήρας δεν μπορεί να έχει απόψεις από μόνος του, και άρα μπορούμε να τον βάλουμε σε όποιο καλούπι εξυπηρετεί τον σκοπό μας. Αυτή είναι και μια πρώτη έννοια προσωπικότητας του χαρακτήρα.

Ένας τρόπος να περιγραφεί αυτή η γνώση είναι καλύπτοντας όλες τις δυνατές περιπτώσεις καταστάσεων και συνθηκών με τις οποίες ενδεχομένως να βρεθεί αντιμέτωπος ο εικονικός χαρακτήρας, μαζί με πληροφορίες για το πως κάθε κατάσταση αντιμετωπίζεται, και τι συνέπειες έχει. Αυτή η προσέγγιση ταιριάζει μόνο σε χαρακτήρες που δρουν σε έναν περιορισμένο κόσμο, και στον οποίο τα ενδεχόμενα είναι λίγα και ελεγχόμενα. Όταν όμως αυξάνεται ο αριθμός των γεγονότων, των πράξεων και των αντικειμένων είναι σαφής η ανάγκη για τον ορισμό αφαιρέσεων. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η αντιστοίχιση του τριαντάφυλλου στην γενικότερη κατηγορία των λουλουδιών. Εξάλλου το OCC είναι φτιαγμένο για να μοντελοποιεί σε ιδιαίτερα λεπτομερειακό βαθμό τα ανθρώπινα συναισθήματα, χωρίς όμως να είναι απαραίτητος αυτός ο βαθμός λεπτομέρειας για την σχεδίαση ενός πιστευτού χαρακτήρα.

Ποσοτικοποίηση (Quantification)

Η ένταση κάθε συναισθηματικής κατηγορίας υπολογίζεται ξεχωριστά για τα γεγονότα, τις πράξεις και τα αντικείμενα που συναντά ο παίκτης. Όσον αφορά τα γεγονότα η ένταση αντιστοιχίζεται με το κατά πόσο ο χαρακτήρας επιθυμούσε το γεγονός αυτό να συμβεί ή όχι, για τις πράξεις η ένταση σχετίζεται με το κατά πόσο η πράξη ήταν αξιόπαινη ή όχι, και τέλος για τα αντικείμενα η ένταση αφορά το κατά πόσο το αντικείμενο είναι αρεστό στον παίκτη. Μία μεταβλητή που είναι απαραίτητη για να μπορεί ο χαρακτήρας να υπολογίσει το πόσο επιθυμητή είναι μία πράξη, είναι η ιεραρχία των στόχων του χαρακτήρα. Για παράδειγμα, αν ένας στόχος έχει παραπάνω από μία ενέργειες που πρέπει να γίνουν ώστε να επιτευχθεί, τότε η επίτευξη του τελικού στόχου πρέπει να είναι πιο επιθυμητή από την επίτευξη ενός από τους επιμέρους στόχους. Βέβαια γεγονότα μπορεί να συμβαίνουν χωρίς απαραίτητα να έχουν να κάνουν με τους στόχους του χαρακτήρα, και σε αυτή την περίπτωση πρέπει να είναι ικανός να εκτιμήσει και αυτό το γεγονός.

Αλληλεπίδραση (Interaction)

Το κλασικό μοντέλο OCC δεν περιλαμβάνει το πολύ σημαντικό κομμάτι της αλληλεπίδρασης των διαφόρων συναισθηματικών κατηγοριών, και αυτό είναι ένα από τα μειονεκτήματά του. Στο αναθεωρημένο μοντέλο OCC, το συναίσθημα που προκύπτει από την τρέχουσα κατάσταση του κόσμου αλληλεπιδρά και τροποποιεί τη συναισθηματική κατάσταση που είχε διαμορφώσει ο χαρακτήρας προηγουμένως.

Αντιστοίχιση (Mapping)

Εάν ο χαρακτήρας δεν μπορεί να εκφράσει και τις 22 συναισθηματικές κατηγορίες του OCC μοντέλου, τότε θα πρέπει οι κατηγορίες αυτές να αντιστοιχιστούν στις εκφράσεις που διαθέτει. Για παράδειγμα αν διαθέτει μόνο εκφράσεις προσώπου τότε μπορούμε να επικεντρωθούμε μόνο στα 6 βασικά συναισθήματα της χαράς, της λύπης, του θυμού, της αηδίας, του φόβου και της έκπληξης, τα οποία σύμφωνα με τον Ekman είναι τα μόνα συναισθήματα που μπορούν να είναι αναγνωρίσιμα από οποιονδήποτε άνθρωπο, ανεξαρτήτου φυλής και πολιτιστικής προέλευσης. Είναι ενδιαφέρον ότι και οι 11 θετικές συναισθηματικές κατηγορίες του OCC αντιστοιχίζονται στην μοναδική θετική έκφραση του προσώπου που είναι το χαμόγελο, ενώ αντίθετως για τις αρνητικές κατηγορίες υπάρχουν οι αντίστοιχες αρνητικές εκφράσεις (θυμός, λύπη, αηδία και φόβος). Η έκφραση του προσώπου που αφορά την έκπληξη δεν μπορεί να αντιστοιχιστεί σε καμία κατηγορία του μοντέλου OCC, καθώς σύμφωνα με αυτό η έκπληξη δεν συμπεριλαμβάνεται στα συναισθήματα που μοντελοποιεί. Το γεγονός ότι ο χαρακτήρας ενδεχομένως να είναι περιορισμένος στις 6 αυτές βασικές εκφράσεις του προσώπου δεν μειώνει την δυναμική του μοντέλου OCC καθώς ο παίκτης που έρχεται σε επαφή με τον χαρακτήρα θα μπορεί να αναγνωρίσει τα διάφορα συναισθήματα κρίνοντας και από το περιβάλλον στο οποίο τα εκδηλώνει ο χαρακτήρας. Για παράδειγμα, το χαμόγελο του χαρακτήρα που μόλις του δώσαμε ένα τριαντάφυλλο, χαρακτηρίζεται εύκολα ως χαρά και εκτίμηση για το πρόσωπό μας, ενώ το χαμόγελο ενός χαρακτήρα που παρατηρούμε ότι μόλις κατάφερε να ανεβεί σε κάποιο μεγάλο εμπόδιο, αναγνωρίζεται εξίσου εύκολα ως περηφάνια και αυτοεκτίμηση. Είναι σημαντικό λοιπόν να διατηρηθούν οι συναισθηματικές κατηγορίες του μοντέλου, καθώς με βάση τα συμπεραζόμενα ο παίκτης μπορεί να αντιληφθεί διάφορα συναισθήματα να εκφράζονται μέσω των ενδεχομένων περιορισμένων εκφράσεων του εικονικού χαρακτήρα.

Έκφραση (Expression)

Η συναισθηματική κατάσταση του χαρακτήρα καθορίζεται από τις τιμές σε καθεμία από τις συναισθηματικές του κατηγορίες και αυτή η συναισθηματική κατάσταση πρέπει να εκφραστεί με κάθε δυνατό μέσο. Αυτό συμπεριλαμβάνει τις εκφράσεις του προσώπου, τον τόνο της φωνής, τον τρόπο με τον οποίο κινείται κτλ. Οι εκφράσεις του προσώπου έχουν μελετηθεί αρκετά αλλά παραμένουν αρκετά ερωτήματα όπως για παράδειγμα το αν πρέπει ο χαρακτήρας να εκδηλώνει μία μόνο έκφραση στο πρόσωπό του ή ένα συνδυασμό από αυτές που μπορεί. Για παράδειγμα η δεύτερη επιλογή σίγουρα παράγει ένα πιο αληθοφανές αποτέλεσμα αλλά απαιτεί έναν ιδιαίτερα λεπτομερειακό χαρακτήρα και ενδεχομένως να κάνει την όλη διαδικασία πολύ απαιτητική για τον υπολογιστή ενός απλού χρήστη. Έτσι λοιπόν, αν και σε επιστημονικές εφαρμογές μπορούμε να έχουμε τον συνδυασμό πολλαπλών εκφράσεων στο πρόσωπο του εικονικού χαρακτήρα, στην ανάπτυξη εφαρμογών που έχουν να κάνουν με παιχνίδια και γενικότερα με εμπορικές εφαρμογές κάτι τέτοιο θα ήταν δύσκολο να επιτευχθεί με αποδοτικό τρόπο. Επίσης, για τους χαρακτήρες που συνομιλούν με τον παίκτη, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να συμβαδίζει ο τόνος της φωνής με την συναισθηματική κατάσταση που εκείνη τη στιγμή προβάλλει ο χαρακτήρας. Εάν για παράδειγμα βλέπουμε έναν χαμογελαστό χαρακτήρα περιμένουμε να τον ακούσουμε να μιλάει με διαφορετικό τόνο απ' ό,τι κάποιος άλλος που εκδηλώνει θυμό. Ένα ακόμα πολύ σημαντικό στοιχείο είναι να συνειδητοποιήσουμε ότι ένας εικονικός χαρακτήρας μπορεί να εκφράσει την συναισθηματική του κατάσταση όχι μόνο μέσω του προσώπου του αλλά και μέσω ολόκληρου του σώματός του, καθώς επίσης και μέσω της συμπεριφοράς του. Είναι σαφές ότι οι πράξεις μας μια δεδομένη στιγμή δεν καθορίζονται μόνο από τον χαρακτήρα μας αλλά και από την ψυχολογική μας κατάσταση.

Τέλος, επειδή η αντιστοίχιση της συναισθηματικής κατάστασης σε έκφραση, είναι και το τελικό αποτέλεσμα της λειτουργίας του μοντέλου, πρέπει να γίνει με πολύ προσεκτικό τρόπο καθώς ακόμη και αν η όλη διαδικασία έχει γίνει με άρτιο τρόπο, αν η έκφραση του παίκτη δεν αντιστοιχεί στο συναίσθημα που θέλουμε αυτός να εκφράζει, τότε το αποτέλεσμα δεν θα είναι πειστικό. Γι' αυτό είναι αναγκαίο να υπάρχουν δυνατές θεωρητικές βάσεις πίσω από την διαδικασία της έκφρασης ώστε τα προσωπικά βιώματα του σχεδιαστή να μην επηρεάσουν το τελικό αποτέλεσμα, και φυσικά να υπάρχει η κατάλληλη διαδικασία ελέγχου από ανεξάρτητους χρήστες ώστε να ελεγχθεί και πρακτικά η εντύπωση που δίνουν οι εκφράσεις του χαρακτήρα σε

κάποιον που δεν είναι γνώστης της όλης διαδικασίας του υπάρχει από πίσω. Ένα παράδειγμα που αφορά ακριβώς αυτή την ανάγκη μπορούμε να δούμε με το σύστημα Nemesys που αναπτύχθηκε από τους Eckschlager, Lanke και Bernhaupt με σκοπό να ελεγχθεί αν οι παίκτες μπορούν πράγματι να αντιληφθούν τα συναισθήματα που εκφράζουν οι εικονικοί χαρακτήρες. Βέβαια το σύστημα αυτό δεν ήταν βασισμένο στο μοντέλο OCC αλλά παρ' όλα αυτά έχει σημασία η λειτουργικότητά του και όχι τόσο η υλοποίηση. Στο εγχείρημα αυτό ο χρήστης βρίσκεται σε έναν ειδικά διαμορφωμένο χώρο ώστε να μπορούν να καταγράφονται οι αντιδράσεις του και γενικότερα και η δική του συναισθηματική κατάσταση. Αυτό γίνεται γιατί είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στον συγκεκριμένο ερευνητικό τομέα να ανιχνεύονται παράλληλα και τα συναισθήματα που έχει ο χρήστης ώστε να μπορεί να επαληθευθεί αν πράγματι η εισαγωγή συναισθημάτων (emotion induction) στους NPCs κάνει τον παίκτη να βιώνει περισσότερο την εμπειρία του παιχνιδιού, όπως έχουμε εξηγήσει άλλωστε ότι είναι και ο στόχος μας. Στο Nemesys λοιπόν, ο χρήστης πρέπει να επικοινωνήσει με διάφορους εικονικούς χαρακτήρες και πρέπει να ερμηνεύσει σωστά τα συναισθήματα που αυτοί εκφράζουν ώστε να μπορέσει να τελειώσει το παιχνίδι. Η επικοινωνία των συναισθημάτων δεν γίνεται μόνο μέσα από τους καθορισμένους διαλόγους αλλά και από κινήσεις του σώματος, όπως άλλωστε συμβαίνει και στην πραγματικότητα. Τέλος μία επέκταση που σχεδιάζεται για το σύστημα είναι να υπάρχει ανατροφοδότηση των βιομετρικών στοιχείων του παίκτη με σκοπό να μπορούν οι NPCs να χρησιμοποιήσουν και αυτή την πληροφορία για να καθορίσουν τις αντιδράσεις τους και τα συναισθήματά τους απέναντι στα διάφορα γεγονότα του εικονικού κόσμου.

5.2 Βασικές τεχνικές εμπύχωσης εκφράσεων σε συνθετικά μοντέλα προσώπου

Η Θεωρία αξιολόγησης του Klaus Scherer και συγκεκριμένα το component process model- CPM, όπως είδαμε και στην υποενότητα 2.5.3, παρέχει αναλυτικές προβλέψεις για τις κινήσεις σημείων του προσώπου κατά τη διάρκεια ενός συναισθηματικού επεισοδίου. Συνδέει τα αποτελέσματα των ενδιάμεσων ελέγχων αξιολόγησης ερεθισμάτων (stimulus evaluation checks – SECs) με συγκεκριμένες μετατοπίσεις μυών στην περιοχή του προσώπου. Σύμφωνα με τις προβλέψεις αυτές, κάθε συναίσθημα μπορεί να προσδιοριστεί με σαφήνεια από τα αποτελέσματα των ελέγχων που λαμβάνουν χώρα και από τον αντίκτυπο που αυτοί έχουν στις μύες του προσώπου. Μοντελοποιώντας τις διαφορές στη γένεση μιας συναισθηματικής κατάστασης, η CPM θεωρία είναι ίσως ο καλύτερος τρόπος να αποδοθεί ένα συναίσθημα ακόμη και όταν αυτό δεν είναι εύκολο.

Ο Wehrle και οι συνεργάτες του πραγματοποίησαν μία πρώτη προσπάθεια επαλήθευσης της θεωρίας component process model (CPM). Σκοπός τους ήταν να παράγουν συνθετικές εικόνες από ανθρώπινες εκφράσεις σύμφωνα με τις προβλέψεις του CPM και να μετρήσουν το κατά πόσο τα συναισθήματα γίνονται αντιληπτά από ανθρώπους που βλέπουν τις εικόνες αυτές. Για την παραγωγή των εικόνων αυτών χρησιμοποίησαν το Facial Action Coding System (FACS), ένα σύστημα που χρησιμοποιείται συχνά από ψυχολόγους. [15]

Η έξοδος αυτού του συστήματος είναι στατικές εικόνες σε μορφή σκίτσου. Στην ίδια μελέτη έχει δημοσιευθεί ένας αναλυτικός πίνακας, ο οποίος ορίζει ποιες μυϊκές ομάδες μετατοπίζονται υπό την επίδραση, καθενός από τους ελέγχους αξιολόγησης ερεθισμάτων.

Σε μία πιο πρόσφατη μελέτη εκφράσεων προσώπου, ο Scherer και ο Ellgring ισχυρίζονται πως η αξιολόγηση θεωρητικών προβλέψεων οφείλει να πραγματοποιείται με τη μελέτη εκφράσεων προσώπου από ηθοποιούς (actor portrayal study). Τονίζουν τη σημασία αυτής της τεχνητής προσέγγισης, σε αντιδιαστολή με τη διαδικασία της ανάλυσης των εκφράσεων προσώπου από εικόνες και βίντεο σε φυσικές συνθήκες. Το κύριο σώμα της μελέτης στηρίζεται, σε δεδομένα από μία βάση μεγάλης κλίμακας με πορτρέτα επαγγελματιών ηθοποιών, καθώς απεικονίζουν 14 συναισθήματα. Κεντρικό συμπέρασμα των ερευνητών είναι ότι δεν υπάρχουν τεκμήρια για την ύπαρξη συγκεκριμένων εκφράσεων και μυϊκών ομάδων που να συνδέονται με συγκεκριμένα συναισθήματα (επιχειρώντας έτσι να διαψεύσουν τις θεωρίες βασικών συναισθημάτων). Τα αποτελέσματα αυτά τα ερμηνεύουν ως ενθαρρυντικά για την περαιτέρω διερεύνηση των θεωριών αξιολόγησης που οι ίδιοι πρεσβεύουν.

Μέχρι σήμερα, η σχετική με τη θεωρία του Scherer, ανάλυση πραγματοποιούνταν ως επί το πλείστον σε στατικές εικόνες. Ανάμεσα στις λιτές συνθετικές εικόνες/σκίτσα της πρώτης μελέτης και στη μελέτη εικόνων από ηθοποιούς υπάρχει ένα ανεξερεύνητο πεδίο, αυτό της σύνθεσης των εκφράσεων με την αξιοποίηση αρτιότερης και πλέον καθιερωμένης τεχνολογίας γραφικής αναπαράστασης εμψυχωμένων χαρακτήρων, αυτή του προτύπου MPEG-4. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει τη δημιουργία βίντεο που αναπαριστούν τη χρονική εξέλιξη της έκφρασης από το ξεκίνημα, στο απόγειο της έκφρασης και μέχρι το τελείωμα της. Όλη η διαδικασία σύνθεσης του βίντεο είναι πλήρως παραμετροποιήσιμη. Έτσι υπάρχει η δυνατότητα τροποποίησης της διαδικασίας σύνθεσης της τελικής εμψύχωσης της έκφρασης (expression animation), αλλάζοντας τη χρονική της εξέλιξη, την ένταση των προβλεπόμενων μετατοπίσεων ή και τη σειρά με την οποία αυτές λαμβάνουν χώρα. Διακρίνονται δύο τρόποι απεικόνισης της εξελικτικής διαδικασίας που καταλήγει στη ζητούμενη έκφραση:

- Additive animation: Η τελική έκφραση προκύπτει από την άθροιση, κάθε φορά, των τιμών των Aus της συγκεκριμένης έκφρασης με τις τιμές των Aus (Action Units) του προηγούμενου σταδίου.

Στην περίπτωση που τεθεί το πρόβλημα της αντίφασης μεταξύ δύο διαδοχικών εκφράσεων (π.χ. σε κάποιο στάδιο της έκφρασης ανασηκώνονται τα φρύδια ενώ το αμέσως επόμενο απαιτεί χαμηλωμένα φρύδια) προτιμάται η δεύτερη μέθοδος απεικόνισης.

- Sequential animation: Σε αυτή τη μέθοδο, όλα τα ενδιάμεσα στάδια απεικονίζονται διαδοχικά. Αυτό πραγματοποιείται είτε παρεμβάλλοντας την ουδέτερη έκφραση μεταξύ των διαδοχικών σταδίων, είτε με τη μετάβαση από το ένα στάδιο στο άλλο θεωρώντας ως βάση τις κοινές μεταβολές.

Υπάρχουν ψηφίδες λογισμικού που υλοποιούν τη γραφική αναπαράσταση ενός εικονικού πράκτορα, όπως αυτή του Microsoft Agent ή της Java καθώς και εξειδικευμένες ψηφίδες που υλοποιούν το πρότυπο MPEG-4 για την απεικόνιση/εμψύχωση εικονικών χαρακτήρων, όπως η Greta[24] και η Alice[20] του προγράμματος XFace[34] (εργαλείο σύνθεσης τρισδιάστατης έκφρασης προσώπου, σε πραγματικό χρόνο, το οποίο περιλαμβάνει τις κινήσεις της κεφαλής και των ματιών των Wehrle et al.



Εικόνα 10 XFace Player [34]

5.2.1 FACS

Το 1978 δημοσιεύτηκε για πρώτη φορά το σύστημα κωδικοποίησης κινήσεων προσώπου FACS (Facial Action Coding System) που είχε αναπτύξει ο Ekman μαζί με τους Wallace V.Friesen και Richard J.Davidson. Οι Paul Ekman και W.V. Friesen ανέπτυξαν το συγκεκριμένο σύστημα κωδικοποίησης των κινήσεων του προσώπου, χρησιμοποιώντας γνώση ανθρώπινης ανατομίας και ορίζοντας τον τρόπο με τον οποίο η σύσπαση κάθε μυός του προσώπου αλλάζει τη εμφάνιση του προσώπου. Προκειμένου να καθορίσουν τις αλλαγές που πραγματοποιούνται από τις συσπάσεις των μυών και τους συνδυασμούς αυτών, εξέτασαν ακολουθίες κινούμενης εικόνας που απεικονίζουν εκφράσεις προσώπου και κατέγραψαν τους πιθανούς συνδυασμούς κινήσεων.

Το εγχειρίδιο του FACS είναι ένας τεχνικός οδηγός ο οποίος χρησιμοποιείται από επαγγελματίες διαφόρων επιστημονικών πεδίων όπως η συμπεριφορική ψυχολογία, η ψυχοθεραπεία, η γραφική υπολογιστών, η επιστήμη υπολογιστών κ.λπ. Ο χρήστης εκπαιδεύεται ώστε να ανιχνεύει τις κινήσεις του προσώπου, να τις ταξινομεί και να μπορεί να τις αναπαράγει. Μονάδες μέτρησης του FACS είναι τα Action Units (AUs). Δεν επιλέχθηκαν οι μύες, γιατί ορισμένα AUs συνδυάζουν την κίνηση περισσότερων του ενός μυών ή το αποτέλεσμα της σύσπασης του ενός μύος εκφράζεται με δύο ή περισσότερα AUs.

Ο κωδικοποιητής ενός τέτοιου συστήματος αναλύει την έκφραση σε συγκεκριμένα AUs και δίνει ως αποτέλεσμα μια λίστα των AUs που δημιουργούν την έκφραση. Μερικές φορές είναι δυνατόν να ληφθούν υπόψη η χρονική διάρκεια, η ένταση και η πιθανή ασυμμετρία.

Το σύστημα FACS είναι ιδιαίτερα διαδομένο εργαλείο στους κύκλους των ψυχολόγων και ακόμα και σύγχρονες θεωρίες που κάνουν προβλέψεις σχετικά με τις συνέπειες ενός συναισθήματος στο πρόσωπο, τις εκφράζουν με τη χρήση των Action Units (AUs).

Πέρα από τα AUs υπάρχουν επίσης περιγραφείς κινήσεων με το όνομα Action Descriptors (AD). Τα ADs περιγράφουν ενιαίες κινήσεις που περιλαμβάνουν τις ενέργειες πολλών μυϊκών ομάδων, όπως για παράδειγμα η πρόσθια ώθηση του σαγονιού. Η μυϊκή βάση αυτών των κινήσεων δεν έχει προσδιοριστεί, ούτε έχουν διευκρινιστεί λεπτομερείς συμπεριφορές όπως για τα υπόλοιπα AUs.

Παρακάτω δίνονται ενδεικτικά μερικά παραδείγματα μονάδων κινήσεων AU ανά κατηγορία.

Πίνακας 6 Παράδειγμα βασικών κωδικών AU του συστήματος FACS [33]

Βασικοί κωδικοί (Main Codes)		
Αριθμός AU	Όνομα FACS	Μυϊκή βάση (Muscular basis)
0	Neutral Face	
1	Inner Brow Raiser	Frontalis (pars medialis)
2	Outer Brow Raiser	Frontalis (pars lateralis)
3	Brow Lowerer	Depressor glabellae, depressor supercilli, corrugator supercilli
4	Upper Lid Raiser	Levator palpebrae superioris
5	Cheek Raiser	Orbicularis oculi (pars orbitalis)
6	Lid Tightener	Orbicularis oculi (pars palpebralis)
7	Lips Toward Each Other	Orbicularis oris
8	Nose Wrinkler	Levator labii superioris alaeque nasi
9	Upper Lip Raiser	Levator labii superioris, capput infrorbitalis

Πίνακας 7: FACS Action Unit

Upper Face Action Units					
AU 1	AU 2	AU 4	AU 5	AU 6	AU 7
					
Inner Brow Raiser	Outer Brow Raiser	Brow Lowerer	Upper Lid Raiser	Cheek Raiser	Lid Tightener
*AU 41	*AU 42	*AU 43	AU 44	AU 45	AU 46
					
Lid Droop	Slight	Eyes Closed	Squint	Blink	Wink
Lower Face Action Units					
AU 9	AU 10	AU 11	AU 12	AU 13	AU 14
					
Nose Wrinkler	Upper Lip Raiser	Nasolabial Deepener	Lip Corner Puller	Cheek Puffer	Dimpler
AU 15	AU 16	AU 17	AU 18	AU 20	AU 22
					
Lip Corner Depressor	Lower Lip Depressor	Chin Raiser	Lip Pucker	Lip Stretcher	Lip Funneler
AU 23	AU 24	*AU 25	*AU 26	*AU 27	AU 28
					
Lip Tightener	Lip Pressor	Lips Part	Jaw Drop	Mouth Stretch	Lip Suck

5.2.2 MPEG-4

Ο στόχος του προτύπου MPEG-4 είναι να παρέχει ένα νέο είδος προτυποποίησης το οποίο θα ανταποκρίνεται στις τρέχουσες εξελίξεις της τεχνολογίας, σύμφωνα με τις οποίες ένα πρότυπο δεν πρέπει να απευθύνεται αποκλειστικά και μόνο σε ένα είδος εφαρμογής. Το πρότυπο MPEG-4 επιτρέπει στο χρήστη να διαμορφώσει και να κατασκευάσει συστήματα που απευθύνονται σε πολλές εφαρμογές επιτρέποντας την ευέλικτη διαμόρφωση αυτών των συστημάτων και παρέχοντας πολλαπλά επίπεδα αλληλεπίδρασης με το οπτικοακουστικό περιεχόμενο ενός καρέ. Επιπλέον, ενσωματώνει όσο το δυνατόν περισσότερους τύπους στοιχείων όπως είναι ο αναλογικός και ψηφιακός ήχος, το βίντεο και τα γραφικά.

Όσον αφορά το ψηφιακό οπτικό περιεχόμενο, το MPEG-4 επιτρέπει την κατασκευή δυσδιάστατων και τρισδιάστατων αντικειμένων τα οποία αποτελούνται από στοιχεία όπως ορθογώνια, σφαίρες και συντεταγμένα σύνολα προσώπου (indexed face sets) καθώς και αυθαίρετα διαμορφωμένα δυσδιάστατα σχήματα. Η περιγραφή των τρισδιάστατων αντικειμένων, βασίζεται επιπλέον σε ένα υποσύνολο κόμβων VRML και έχει επεκταθεί ώστε να επιτρέψει τη συνεχή ολοκλήρωση δυσδιάστατων και τρισδιάστατων αντικειμένων. Στη συνέχεια, μπορούμε να συνθέσουμε τα αντικείμενα ώστε να προκύψει μία δυσδιάστατη ή τρισδιάστατη σκηνή με χρήση του δυαδικού προτύπου για σκηνές (Binary Format for Scenes –BIFS).

Μία ειδική κατηγορία τρισδιάστατων αντικειμένων είναι το ανθρώπινο σώμα και πρόσωπο (face animation-body animation). Το πρότυπο MPEG-4 επιτρέπει τόσο τη χρήση από τον κωδικοποιητή ιδιόκτητων μοντέλων προσώπου, όσο και τη μετάδοση τρισδιάστατων μοντέλων με τρόπο τέτοιο ώστε ο κωδικοποιητής να μπορεί να προβλέψει την ποιότητα απεικόνισης του προσώπου από τον αποκωδικοποιητή.

5.3 Παράμετροι εμφύχωσης προσώπου (Facial Animation Parameters – FAPs) και συναισθήματα

Οι Παράμετροι Εμφύχωσης προσώπου περιγράφουν τις βασικές κινήσεις μεμονωμένων ή και ομάδων χαρακτηριστικών σημείων του προσώπου. Σύνολα των Παραμέτρων Εμφύχωσης χρησιμοποιούνται για την περιγραφή των έξι βασικών συναισθηματικών εκφράσεων, αλλά και πολλών άλλων παραμορφώσεων του προσώπου, όπως αυτές που προκύπτουν κατά την ομιλία του.

Οι Παράμετροι Εμφύχωσης προσώπου (Facial Animation Parameters – FAPs) που χρησιμοποιούνται από το MPEG-4 συσχετίζονται άμεσα με τις μονάδες δράσης (Action Units – AU), οι οποίες αποτελούν τον πυρήνα του συστήματος κωδικοποίησης μονάδων δράσης (Facial Action Coding System – FACS) .

Μία από τις μελέτες που διεξήχθησαν από ψυχολόγους και που μπορεί να είναι χρήσιμη για τους ερευνητές στην περιοχή των γραφικών με υπολογιστές και της όρασης υπολογιστών, είναι αυτή της Whissel, που πρότεινε πως τα συναισθήματα είναι σημεία σε ένα χώρο με αναλογικά μικρό αριθμό διαστάσεων, που με μία πρώτη προσέγγιση είναι δύο: ενεργοποίηση (activation) και αξιολόγηση (evaluation).

5.3.1 Καθορισμός και εμφύχωση προσώπων με τις παραμέτρους εμφύχωσης προσώπου (FAPs)

Το MPEG-4 καθορίζει ένα μοντέλο προσώπου στην κατάσταση ηρεμίας (ουδέτερη έκφραση), ένα σύνολο σημείων που αντιστοιχούν σε χαρακτηριστικά και ένα σύνολο παραμέτρων εμφύχωσης προσώπου (Facial Animation Parameters – FAPs), κάθε μία από τις οποίες αντιστοιχεί σε μία συγκεκριμένη κίνηση(ομάδα μυών), η οποία παραμορφώνει ένα πρόσωπο που βρίσκεται στην κατάσταση ηρεμίας.

Παραμορφώνοντας ένα μοντέλο προσώπου που βρίσκεται στην κατάσταση ηρεμίας σύμφωνα με καθορισμένες τιμές FAPs κάθε φορά, στιγμιαία παράγεται μία αλληλουχία εμφύχωσης του προσώπου (facial animation sequence).

Από τη στιγμή που οι παράμετροι FAPs είναι απαραίτητες για την εμφύχωση προσώπων διαφορετικού μεγέθους και αναλογίας, οι τιμές αυτών ορίζονται σε μονάδες παραμέτρων εμφύχωσης προσώπου (facial animation parameters units – FAPUs). Οι μονάδες αυτές υπολογίζονται από τις αποστάσεις μεταξύ μειζόνων χαρακτηριστικών του προσώπου του μοντέλου, όταν αυτό είναι σε κατάσταση ηρεμίας.

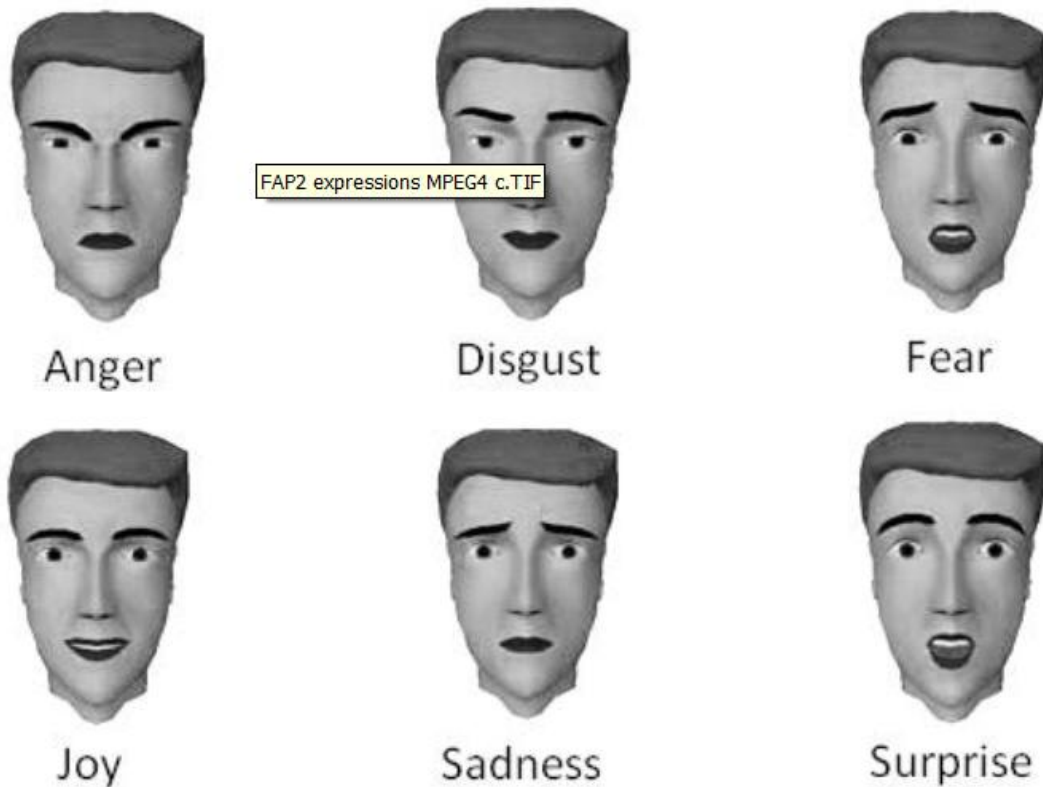
Τα FAPs βασίζονται στη μελέτη των ελάχιστων κινήσεων του προσώπου και συνδέονται στενά με τις κινήσεις των μυών. Αντιπροσωπεύουν ένα ολοκληρωμένο σύνολο βασικών ενεργειών του προσώπου, επιτρέποντας την απεικόνιση της πλειοψηφίας των ανθρώπινων εκφράσεων . Οι 68 παράμετροι (FAPs) κατηγοριοποιούνται σε 10 ομάδες που σχετίζονται με τα μέρη του προσώπου (πίνακας 8). [29]

Πίνακας 8 : Ομάδες των FAPS στο MPEG-4 [29]

Group No.	Πλήθος FAPs στην ομάδα	Group Name	Περιγραφή ομάδας
1	2	Visemes and expressions	Οπτική αναπαράσταση φωνημάτων και αρχετυπικές εκφράσεις
2	16	Jaw, chin, inner lowerlip, cornerlips, midlip	Σαγόني, πηγούνι, εσωτερικό κάτω χείλος, γωνίες στόματος, μέσον χειλιών
3	12	Eyeballs, pupils, eyelids	Μάτια (βολβοί, κόρες ματιών), βλέφαρα
4	8	Eyebrows	Φρύδια
5	4	Cheeks	Μάγουλα
6	5	Tongue	Γλώσσα
7	3	Head rotation	Περιστροφή κεφαλιού
8	10	Outer lip positions	Εξωτερικό περίγραμμα χειλιών
9	4	Nose	Μύτη
10	4	Ears	Αυτιά

Το σύνολο των παραμέτρων FAP περιλαμβάνει δύο υψηλού επιπέδου παραμέτρους, τις FAPS «έκφραση»(F2) και «visemes»(F1). Μαζί αποτελούν την πρώτη ομάδα των FAPs. Η FAP viseme αποτελεί την οπτική απεικόνιση ενός φωνήματος. Χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη στοιχειώδη μορφολογία του προσώπου κατά την εκφώνηση ενός συγκεκριμένου φωνήματος. Υπάρχουν συνολικά 14 στατικά visemes, τα οποία διακρίνονται σαφώς μεταξύ τους και περιλαμβάνονται στο πρότυπο. Για να καταστεί δυνατή η σωστή άρθρωση του λόγου σε συνδυασμό με την κίνηση του στόματος, το σχήμα του στόματος επηρεάζεται όχι μόνο από το τρέχον φώνημα αλλά και από το προηγούμενο και το επόμενο.

Η παράμετρος έκφρασης FAP 2 ορίζει τις έξι βασικές εκφράσεις του προσώπου. Σε αντιδιαστολή με τα visemes, οι εκφράσεις του προσώπου αποδίδονται με μία τιμή που ορίζει το μέγεθος της έντασης της έκφρασης. Δύο εκφράσεις προσώπου είναι δυνατόν να εμψυχώνονται ταυτόχρονα με ένταση που κυμαίνεται μεταξύ [0-63] και ορίζεται για κάθε έκφραση. Οι τιμές των παραμέτρων έκφρασης προσώπου ορίζονται με λεκτικές περιγραφές. Είναι παράμετροι animation υψηλού επιπέδου. Ο σχεδιαστής ενός μοντέλου προσώπου πρέπει να ορίζει τις παραμέτρους για κάθε μοντέλο προσώπου. Δεδομένου ότι έχουν σχεδιαστεί ως πλήρης εκφράσεις, επιτρέπουν την εμψύχωση άγνωστων μοντέλων με υψηλή ποιότητα.

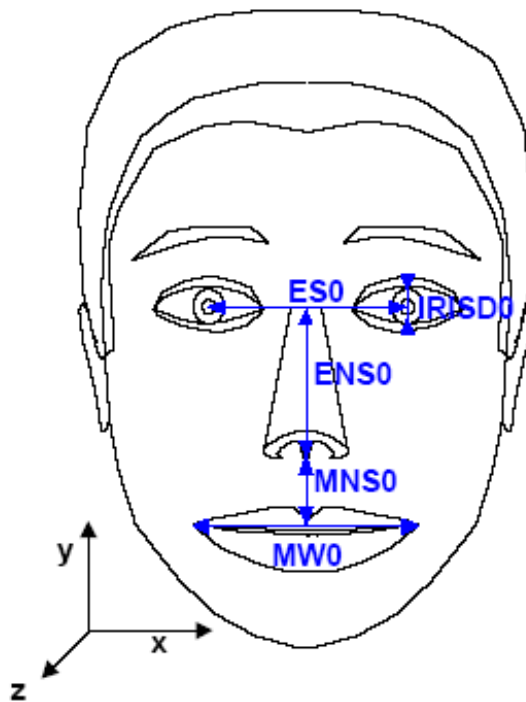


Εικόνα 21: Παράδειγμα εκφράσεων προσώπου για το FAP 2 [29]

5.3.2 Μοντέλο προσώπου σε κατάσταση ηρεμίας

Η κατάσταση ηρεμίας ενός μοντέλου προσώπου ορίζεται από το πρότυπο MPEG-4 ως εξής:

- το βλέμμα έχει την κατεύθυνση του άξονα των Z
- όλοι οι μύες του προσώπου είναι χαλαροί
- τα βλέφαρα εφάπτονται στην ίριδα
- η κόρη του ματιού είναι το ένα τρίτο της ίριδας
- τα χείλη εφάπτονται, η γραμμή των χειλιών είναι οριζόντια και στο ίδιο ύψος με τις γωνίες αυτών
- το στόμα είναι κλειστό και η άνω οδοντοστοιχία εφάπτεται με την κάτω
- η γλώσσα είναι επίπεδη, οριζόντια ενώ η άκρη της αγγίζει το σύνορο μεταξύ άνω και κάτω οδοντοστοιχίας.



Εικόνα 22: Μοντέλο προσώπου σε κατάσταση ηρεμίας και τα σημεία γνωρισμάτων που χρησιμοποιούνται για να ορίσουμε τις FAPUs

Μονάδες Παραμέτρων Εμφύχωσης Προσώπου (Facial Animation Parameter Units – FAPUs)

Προκειμένου να οριστούν οι παράμετροι FAPs για διάφορα μοντέλα προσώπου, το MPEG-4 ορίζει τις τιμές των FAPUs που εξυπηρετούν την βαθμονόμηση των FAPs για κάθε μοντέλο προσώπου. Οι FAPUs ορίζονται ως κλάσματα των αποστάσεων μεταξύ βασικών χαρακτηριστικών του προσώπου (Εικόνα 22). Αυτά τα χαρακτηριστικά, όπως η απόσταση των ματιών, ορίζονται σε μοντέλο προσώπου που βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας. Με τον τρόπο αυτόν, οι FAPUs επιτρέπουν τη μεταφορά των FAPs σε οποιοδήποτε μοντέλο προσώπου, παράγοντας λογικά αποτελέσματα έκφρασης και ομιλίας. Οι μονάδες μέτρησης των FAPs φαίνονται παρακάτω στον Πίνακα 9.

Πίνακας 9: Μονάδες μέτρησης των FAPs

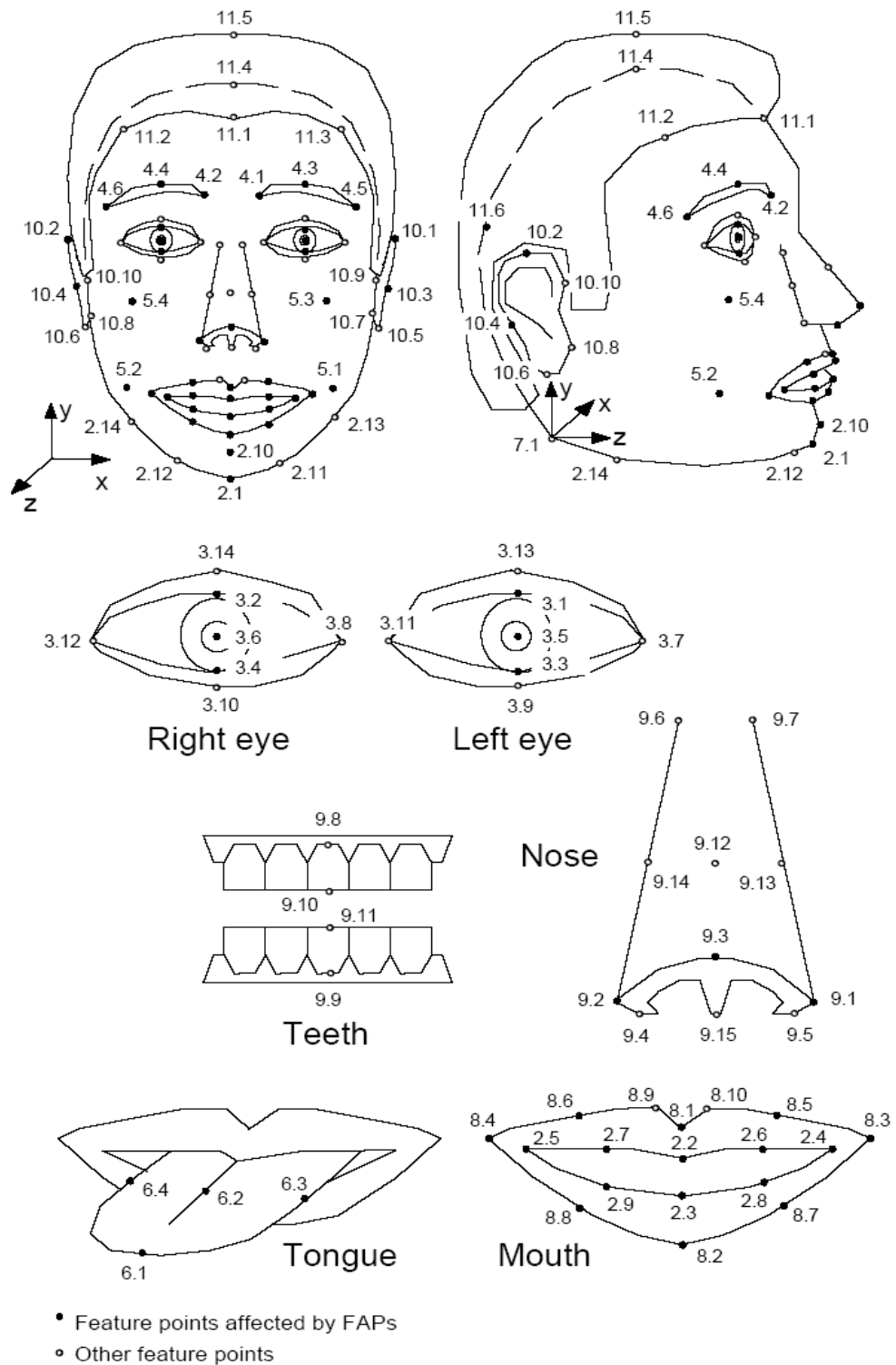
IRISD0	Iris diameter (by definition it is equal to the distance between upper and lower eyelid) in neutral face	$IRISD = IRISD0 / 1024$
ES0	Eye separation	$ES = ES0 / 1024$
ENS0	Eye - nose separation	$ENS = ENS0 / 1024$
MNS0	Mouth - nose separation	$MNS = MNS0 / 1024$
MW0	Mouth width	$MW = MW0 / 1024$
AU	Angle unit	$10E-5 \text{ rad}$

Για κάθε FAP ορίζουμε αν έχει μόνο θετικές (unidirectional) ή και αρνητικές τιμές (bidirectional), προς ποια κατεύθυνση είναι οι θετικές τιμές και ποιες ακριβώς είναι οι μονάδες μέτρησης (μοίρες ή κάποιο από τα FAPUs), ενώ μόνο για την περίπτωση του σαγονιού χρησιμοποιούμε μονάδες που μετρούν την «ένταση» πίεσης του σαγονιού με κλίμακα από το 1 έως το 10.

Υπάρχουν FAPs που προσδιορίζουν την κίνηση του βολβού του ματιού, του βλεφάρου, το μέγεθος της κόρης του ματιού, την κίνηση των φρυδιών, την κίνηση της μύτης και των ρουθουνιών ειδικότερα, όσο μικρή και αν είναι αυτή. Άλλα FAPs προσδιορίζουν τις κινήσεις από τα μάγουλα και την πίεση που πιθανώς ασκείται στο σαγόκι καθώς και την κίνηση του στόματος (χρησιμοποιώντας τρία σημεία και προσδιορίζοντας συγχρόνως και την πιθανή κατακόρυφη κίνηση του άνω και του κάτω χείλους ή το τράβηγμα των άκρων του στόματος, εσωτερικά αλλά και εξωτερικά). FAPs υπάρχουν ακόμα και για την κίνηση της άκρης της γλώσσας ή και για πιθανή κίνηση των αυτιών.

Τα «ανώτερα FAPs» περιγράφουν κάποια από τις έξι γνωστές εκφράσεις για το πρόσωπο που θα αποκωδικοποιηθεί. Τα FAPs αυτά, ένα για κάθε βασική έκφραση, έχουν προτεραιότητα έναντι των υπολοίπων, δηλαδή ακόμα και αν, σύμφωνα με τα υπόλοιπα FAPs, ορίζεται κάτι διαφορετικό, ο αποκωδικοποιητής θα λάβει υπόψη του μόνο τα ανώτερα FAPs.

Το MPEG-4 ορίζει 84 σημεία χαρακτηριστικών γνωρισμάτων προσώπου (feature points-FPs) προκειμένου να καθοριστούν οι παράμετροι εμψύχωσης προσώπου (Εικόνα 23). Τα σημεία αυτά, λειτουργούν ως σημείο αναφοράς για τον καθορισμό των FAPs. Κάποια σημεία όπως αυτά κατά μήκος της γραμμής των μαλλιών δεν επηρεάζονται από τις παραμέτρους FAP. Είναι ωστόσο απαραίτητα για τον καθορισμό της μορφής του μοντέλου προσώπου. Τα σημεία χαρακτηριστικών γνωρισμάτων, τοποθετούνται σε ομάδες όπως τα μάγουλα, τα μάτια και το στόμα. Η θέση των FPs πρέπει να είναι γνωστή για κάθε μοντέλο προσώπου συμβατό με το πρότυπο MPEG-4, ενώ τα ίδια πρέπει να τοποθετηθούν σύμφωνα με την εικόνα 23.



Εικόνα 23: Τα σημεία χαρακτηριστικών γνωρισμάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον καθορισμό της μορφής ενός μοντέλου προσώπου. Τα FAPs καθορίζονται από την κίνηση των σημείων χαρακτηριστικών γνωρισμάτων.

5.4 Ομάδα παραμέτρων καθορισμού προσώπου (Facial Definition Parameter Set- FDP)

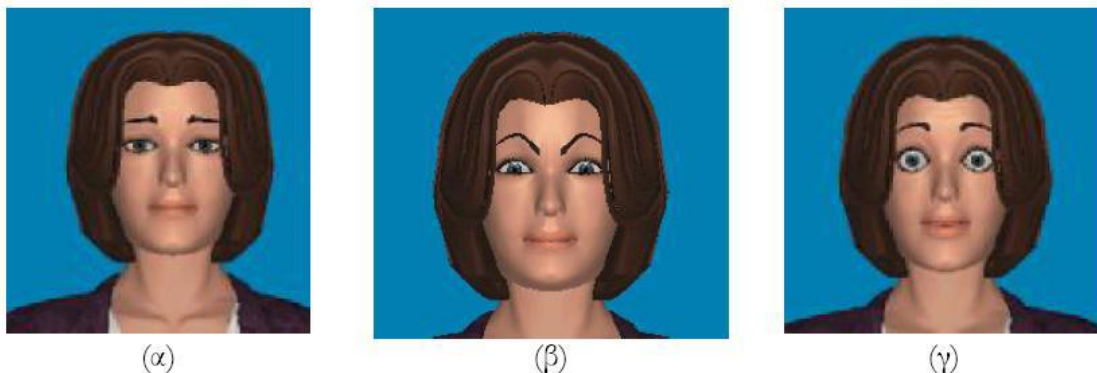
Είναι δυνατό να προσαρμόσουμε το πρόσωπο βασιζόμενοι αποκλειστικά στα σημεία χαρακτηριστικών γνωρισμάτων του (FPs), χωρίς τη χρήση ενός τρισδιάστατου πλέγματος ή μίας υφής. Ωστόσο η χρήση των σημείων χαρακτηριστικών γνωρισμάτων σε συνδυασμό με τις παραμέτρους FDP τις οποίες περιγράφουμε σε αυτή την υποενότητα, μπορεί να βελτιώσει την οπτική ποιότητα του προσώπου το οποίο προκύπτει. Οι παράμετροι FDP χρησιμοποιούνται για να προσαρμόσουν ένα μοντέλο προσώπου σε ένα συγκεκριμένο πρόσωπο. Τα FDPs συνήθως μεταδίδονται μία φορά ανά κύκλο εργασιών (session), ακολουθούμενα από μία ακολουθία συμπιεσμένων FAPs. Ωστόσο, αν ο αποκωδικοποιητής δεν λάβει τα FDPs, η χρήση των FAPUs εξασφαλίζει ότι θα μπορεί ακόμη να ερμηνεύσει την ακολουθία των FAPs. Έτσι έχουμε τη μικρότερη δυνατή χρήση του δικτύου κάτι που είναι ιδιαίτερα χρήσιμο σε εφαρμογές μετάδοσης μέσω δικτύου ή τηλεδιάσκεψης.

Η ομάδα των FDPs περιλαμβάνει τα πιο κάτω στοιχεία:

- Τρισδιάστατα χαρακτηριστικά σημεία του προσώπου πάνω στο πλέγμα.
- Πληροφορίες υφής (αν χρησιμοποιείται υφή)
- Εικόνα της υφής (προαιρετικά)
- Άλλα χαρακτηριστικά όπως μαλλιά, ηλικία, φύλο, γυαλιά οράσεως κ.τ.λ) (προαιρετικά)

Το τρισδιάστατο πλέγμα δεν είναι αυτό καθαυτό το μοντέλο του προσώπου, αλλά χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του σχήματος του προσώπου. Η ομάδα των τρισδιάστατων χαρακτηριστικών χρησιμοποιείται για να εντοπίσει τα χαρακτηριστικά του προσώπου όπως φαίνεται στην εικόνα 23. Επιπλέον σημεία μπορούν να οριστούν για να εξασφαλίσουμε το σωστό σχηματισμό του σχήματος και της υφής του προσώπου.

Τα έξι βασικά χαρακτηριστικά και άλλα πολυπλοκότερα που δημιουργούνται από σύνθεση δύο ή περισσότερων συναισθημάτων, γίνεται προσπάθεια να αναπαρασταθούν και να αποδοθούν σε εικονικούς χαρακτήρες με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια. Παράδειγμα ενός τέτοιου χαρακτήρα αποτελεί η Greta της οποίας παραθέτουμε ενδεικτικά κάποιες εκφράσεις:



Εικόνα 24: Απεικόνιση κάποιων βασικών εκφράσεων με χρήση του MPEG-4 αποκωδικοποιητή GretaPlayer: (α) λύπη, (β) θυμός, (γ) φόβος [15]

Η Greta αποτελεί έναν Πράκτορα με σώμα και δυνατότητα ομιλίας (ECA – Embodied Conversational Agent), απόλυτα συμβατό με το πρότυπο MPEG-4. Η δημιουργία της έγινε από το GRETA Group: Embodied Conversational Agent Research at the IUT Montreuil [15].

5.5 Μοντέλο προσώπου

Προκειμένου ένα μοντέλο προσώπου να υπακούει στο πρότυπο MPEG-4, πρέπει να μπορεί να εκτελεί όλες τις παραμέτρους FAPs σύμφωνα με τα παραπάνω. Θα πρέπει να έχει τουλάχιστον τόσες κορυφές όσα και τα σημεία γνωρισμάτων (feature points-FP). Για το MPEG-4, ο μικρότερος αριθμός κορυφών είναι 50, αλλά για μία ικανοποιητική απεικόνιση προσώπου χρειάζονται τουλάχιστον 500.

Ένα μοντέλο προσώπου μπορεί να κατασκευαστεί σε τέσσερα βήματα:

- Φτιάχνουμε το σχήμα του προσώπου και ορίζουμε την τοποθεσία του κάθε σημείου γνωρίσματος πάνω στο μοντέλο.
- Για κάθε FAP, ορίζουμε πως θα πρέπει να μετακινείται το σημείο γνωρίσματος. Για τα περισσότερα FP, το MPEG-4 ορίζει μόνο τη κίνηση προς τη μία κατεύθυνση.
- Αφού καθοριστεί πως θα κινούνται τα FP, ορίζουμε το πώς η κίνηση αυτή επηρεάζει τις γειτονικές κορυφές.
- Για τις εκφράσεις, το πρότυπο MPEG-4 παρέχει καλή βοήθεια μόνο ως προς τον τρόπο που θα σχεδιαστούν.

5.6 Συναισθηματική Υπολογιστική και ηλεκτρονικά παιχνίδια

Σε πολλά παιχνίδια στρατηγικής ή ρόλων, οι χαρακτήρες που δεν ελέγχονται από τον χρήστη κατέχουν μία πολλή σημαντική θέση στην εξέλιξη του παιχνιδιού. Οι λεγόμενοι Non Players Characters (NPCs) είναι αυτοί που κάνουν τον εικονικό κόσμο πιο πιστευτό στον παίκτη καθώς αντιπροσωπεύουν την ανθρώπινη παρουσία η οποία είναι απαραίτητη για να μπορέσει ο παίκτης να βιώσει όλα τα συναισθήματα που μπορεί να του προσφέρει η εμπειρία του παιχνιδιού.

Ο υπολογιστής καλείται να προσομοιώσει στην συμπεριφορά των NPCs στοιχεία όπως η αντίληψη του γύρω χώρου, των αντικειμένων και των προσώπων που κινούνται σε αυτόν, η δράση αλλά και η αντίδραση και τέλος η μάθηση τόσο από τα γεγονότα που λαμβάνουν χώρα όσο και από τον αντίκτυπο που έχουν οι διάφορες αποφάσεις τους.

Η εγκυρότητα ενός NPCs στον εκάστοτε εικονικό κόσμο δεν έχει τόσο να κάνει με την νοημοσύνη του όσο με την ικανότητα του να αντιδράσει με ανθρώπινο τρόπο στα διάφορα γεγονότα. Επειδή όμως οι εικονικοί χαρακτήρες στερούνται σώματος, είναι προφανώς δύσκολο να μπορέσουν να ενσωματώσουν όλες αυτές τις βιολογικές αντιδράσεις που συναντά κανείς σε έναν ζωντανό οργανισμό. Γι' αυτό λοιπόν πρέπει να χρησιμοποιηθούν μοντέλα του κόσμου, των συναισθημάτων και όλων γενικά των πραγμάτων που καθορίζουν τη συμπεριφορά ενός χαρακτήρα ώστε τελικά οι αντιδράσεις του να πλησιάζουν όσο το δυνατόν τις ανθρώπινες. Η τάση που τείνει να επικρατήσει είναι η μοντελοποίηση των ανθρώπινων συναισθημάτων και η προσπάθεια καθορισμού της συμπεριφοράς των NPCs μέσω της συναισθηματικής τους κατάστασης, καθώς οι περισσότεροι ερευνητές τεχνητής νοημοσύνης αποδέχονται ότι ο δρόμος για τους πραγματικά ευφυείς υπολογιστές θα περάσει μέσα από το χώρο των ανθρωπίνων συναισθημάτων.

Η προσπάθεια να συμπεριληφθεί η συναισθηματική κατάσταση στα χαρακτηριστικά των NPCs σίγουρα ξεκινάει με την μοντελοποίηση των συναισθημάτων και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων. Ένα ολοκληρωμένο μοντέλο πρέπει να επιτρέπει στον χαρακτήρα να επεξεργάζεται τα συναισθήματα του με τον ίδιο τρόπο που κάνουν και οι άνθρωποι. Το μοντέλο πρέπει να εκτιμήσει όλες τις καταστάσεις στις οποίες μπορεί να βρεθεί ένας χαρακτήρας, και ακόμη να περιλαμβάνει τις κατάλληλες δομές μεταβλητών που να επηρεάζουν την ένταση κάθε συναισθήματος. Η διαδικασία της αξιολόγησης που κάνει που κάνει ο χαρακτήρας προκειμένου να καθορίσει την συμπεριφορά του, οδηγείται από ένα σύστημα που βασίζεται στο OCC μοντέλο σύμφωνα με το οποίο, όπως είδαμε και παραπάνω, τα διάφορα γεγονότα, πράξεις και αντικείμενα του κόσμου αξιολογούνται με βάση τους στόχους (goals), την νοοτροπία (attitude) και τα πρότυπα (standards) του χαρακτήρα. Τα τρία αυτά χαρακτηριστικά καθορίζουν και την προσωπικότητα του. Πρόσφατες έρευνες όμως δείχνουν ότι η προσωπικότητα μπορεί να

μοντελοποιηθεί και με ένα πιο αφηρημένο τρόπο ο οποίος δεν εξαρτάται από τον τομέα για τον οποίο γίνεται ο σχεδιασμός του χαρακτήρα.

Ένα κύριο χαρακτηριστικό πολλών μοντέλων μάθησης είναι ότι λειτουργούν off-line, και αυτό σημαίνει ότι ένας NPC για παράδειγμα μπορεί να εκπαιδευτεί σύμφωνα με κάποια πρότυπα συμπεριφοράς και μετά να εισαχθεί στον εικονικό κόσμο χωρίς όμως να έχει πια την ικανότητα να μάθει. Αυτός είναι ένας περιορισμός ο οποίος θα πρέπει να υπερνικηθεί ώστε να προχωρήσουμε στο σχεδιασμό χαρακτήρων οι οποίοι θα αναλύουν αυτά που συμβαίνουν, θα έχουν την ικανότητα να μαθαίνουν από το παρελθόν και θα αξιοποιούν στο έπακρο τις πληροφορίες που τους προσφέρει. Έχουν γίνει πολύ σημαντικά βήματα προς αυτή την κατεύθυνση όπως τα παιχνίδια Black & White και The Sims. Αν και η δυναμική μάθηση είναι ένα πολύ επιθυμητό χαρακτηριστικό, είναι ακόμη αρκετά δύσκολο να υλοποιηθεί.

Σε ένα βιντεοπαιχνίδι δεν είναι μόνο ο παίκτης- άνθρωπος που καθορίζει την πορεία του. Ο κρυφός παίκτης-υπολογιστής είναι εξίσου σημαντικός, δεδομένου ότι με την μειωμένη αντίληψη που διαθέτει είναι πλέον υποχρεωμένος να αναπαράγει έναν πιστευτό κόσμο, με ρεαλιστικά φαινόμενα και αντιδράσεις που να πλαισιώνει τον παίκτη-άνθρωπο.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΤΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΓΙΑ ΠΑΙΔΙΑ ΤΟΥ ΑΥΤΙΣΤΙΚΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ

Η συναισθηματική υπολογιστική γεννά πολλά ερωτήματα σχετικά με το τι ζητάει τελικά ο άνθρωπος από την τεχνολογία. Άραγε θέλουμε τα υπολογιστικά συστήματα να καταλαβαίνουν πώς νιώθουμε? Αυτό είναι ο στόχος ενός προγράμματος που τώρα εκπονείται στο MIT. Θέλουμε άραγε ρομποτικά συστήματα που θα μας πείθουν ότι 'νοιάζονται' για εμάς? Θα πρέπει φυσικά να λάβουμε υπόψη ότι η συναισθηματική υπολογιστική έχει έναν σημαντικό περιορισμό, τη δική μας ικανότητα αποκωδικοποίησης των ανθρώπινων συναισθημάτων. Συχνά παρεξηγούμε τους ανθρώπους και υπάρχουν φορές που κρύβουμε αυτό που νιώθουμε. Συνεπώς, είναι πολύ δύσκολο για ένα υπολογιστικό σύστημα να καταλάβει τι κρύβουμε μέσα μας.

Η τεχνολογία μπορεί να βοηθήσει τους ανθρώπους που καταβάλλουν προσπάθεια για να αναγνωρίσουν τα συναισθήματα των συνομιλητών τους, όπως για παράδειγμα τα αυτιστικά παιδιά. Σύμφωνα με πολλούς ερευνητές, χωρίς την απόλυτη συνείδηση του συναισθήματος, τα υπολογιστικά συστήματα ποτέ δε θα καταφέρουν να βοηθήσουν και να στηρίξουν τον άνθρωπο, κάτι που θεωρείται από τους βασικότερους στόχους τους.

Τα παιδιά με διαταραχή αυτιστικού φάσματος δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν πώς νιώθουν οι άλλοι άνθρωποι. Αυτό συμβαίνει γιατί τα παιδιά αυτά δεν έχουν ενσυναίσθηση, δηλαδή την ικανότητα να κατανοούν ότι οι άλλοι άνθρωποι έχουν διαφορετικές σκέψεις, πεποιθήσεις και συναισθήματα σε σχέση με αυτά. Θεωρείται ότι αυτό συνδέεται με τη δυσκολία τους να αναπτύξουν τη Θεωρία του Νου, η οποία σε τυπικώς αναπτυσσόμενα παιδιά παρουσιάζεται συνήθως στην ηλικία των τεσσάρων ετών. Επιπλέον, η κατανόηση των διαφορετικών εκφράσεων του προσώπου, γίνεται ένα δύσκολο έργο κυρίως για πιο σύνθετα συναισθήματα, όπως για παράδειγμα η περηφάνια, η ντροπή, η αμηχανία.

Σχετικά με την έκφραση των συναισθημάτων, τα παιδιά στο φάσμα του αυτισμού συνήθως εκφράζονται με πιο επίπεδο τρόπο. Οι γονείς συχνά αναφέρουν ότι οι προσπάθειες τους να δείξουν στοργή στο παιδί, αντιμετωπίζεται με βαθειά έλλειψη ενδιαφέροντος από την πλευρά του. Το παιδί μοιάζει να μην αναγνωρίζει ή να μην ενδιαφέρεται αν είναι μόνο ή συντροφιά με άλλους. Αντιθέτως τα αρνητικά συναισθήματα βιώνονται με έντονο και κοινωνικά μη αποδεκτό τρόπο, όπως φωνές, ουρλιαχτά και επιθετικότητα. Η διαταραχή στην αναγνώριση και έκφραση των συναισθημάτων προκαλεί πρόβλημα στις κοινωνικές του σχέσεις. Κατά τη διάρκεια της ενήλικης ζωής τους, τα άτομα με αυτισμό υψηλής λειτουργικότητας χαρακτηρίζονται ως αδιάφοροι, ψυχροί και απομονωμένοι από τον υπόλοιπο κόσμο. Οι συναισθηματικές και οι κοινωνικές δεξιότητες των παιδιών μπορούν να καλλιεργηθούν προκειμένου να ενσωματώσουν τα πλεονεκτήματα αυτών των δεξιοτήτων που έχουν άμεση σχέση με την επιτυχία στη ζωή τους. Είναι εύλογο όμως να γεννηθεί το ερώτημα πώς μπορούμε να βοηθήσουμε τα αυτιστικά παιδιά να αναπτύξουν συναισθηματική νοημοσύνη.

Η Picard και οι συνεργάτες της προσπαθούν επί είκοσι χρόνια να 'μεταφράσουν' τα συναισθήματα στο δυαδικό σύστημα. Στις αρχές του προγράμματος σχεδίασαν ένα ζευγάρι γυαλιά για πάσχοντες από σύνδρομο Άσπερτζερ, μια ελαφρά μορφή αυτισμού. Τα γυαλιά μπορούσαν να προειδοποιήσουν τον φέροντα ότι προκαλεί ανία στον συνομιλητή του. Συχνά οι πάσχοντες από Άσπερτζερ επικεντρώνονται σε ένα θέμα και αδυνατούν να αποκρυπτογραφήσουν τα 'σήματα' που δείχνουν ότι ο συνομιλητής τους βαριέται, όπως το χασμουρητό και η αποστροφή του βλέμματος. Το πρωτότυπο ζεύγος γυαλιών περιελάμβανε ένα μικρό φανάρι, σαν αυτά που ρυθμίζουν την κυκλοφορία, το οποίο ήταν ορατό μόνο σε αυτόν που φορούσε τα γυαλιά. Όταν η συζήτηση άρχιζε να γίνεται βαρετή, άναβε κίτρινο φως, το οποίο γινόταν κόκκινο όταν τα μηνύματα του προσώπου του συνομιλητή υποδείκνυαν ότι είχε πάψει πλέον να ακούει ή να παρακολουθεί.

Δύο επιστήμονες σήμερα προσπαθούν να αναπτύξουν τους λεγόμενους αισθητήρες Q, που θα φοριούνται στο χέρι και θα μετρούν τη συναισθηματική διέγερση μέσω τις αγωγιμότητας του δέρματος και της θερμοκρασίας του, ενώ θα υπολογίζουν και το επίπεδο δραστηριότητας. Για τα αυτιστικά παιδιά, πολλά από τα οποία δε μιλούν ή δε μπορούν να εκφράσουν τα συναισθήματα τους, οι αισθητήρες ανοίγουν ένα παράθυρο που μας επιτρέπει να δούμε την ψυχολογική τους κατάσταση. Σύμφωνα με την Picard, με τη βοήθεια της τεχνολογίας θα

μπορέσουμε να κατανοήσουμε πράγματα για ανθρώπους που δεν μπορούν να μας πουν οι ίδιοι.

6.1 Η χρησιμότητα του προγράμματος

Στο παρόν κεφάλαιο περιγράφεται η υλοποίηση μίας εφαρμογής Delphi, η οποία δημιουργήθηκε με σκοπό να βοηθήσει τα παιδιά του αυτιστικού φάσματος στην αναγνώριση των βασικών συναισθημάτων. Τα αυτιστικά παιδιά έχουν οπτική σκέψη, δηλαδή σκέφτονται με εικόνες. Όταν ακούνε λέξεις στο μυαλό τους έρχεται η εικόνα που αντιπροσωπεύει αυτό που ακούνε. Είναι ένα πολύ σημαντικό βήμα για παιδιά με αυτισμό να μπορούν να βλέπουν πρόσωπα και να αρχίσουν να μαθαίνουν τις πληροφορίες που πηγάζουν από τις εκφραστικές τους κινήσεις.

6.2 Η εφαρμογή Delphi

Το Delphi είναι μία εφαρμογή των Windows που στηρίζεται στον αντικειμενοστρεφή προγραμματισμό (object-oriented programming) και στη γλώσσα προγραμματισμού Pascal. Αντίθετα με τα παλαιότερα 'παραδοσιακά' συστήματα ανάπτυξης εφαρμογών, το Delphi είναι καθοδηγούμενο από συμβάντα (event driven). Ο οδηγούμενος από γεγονότα προγραμματισμός (event-driving programming) είναι μια μεθοδολογία προγραμματισμού που μας επιτρέπει, σε συνδυασμό με τον αντικειμενοστρεφή προγραμματισμό, να εκμεταλλευτούμε τα πλεονεκτήματα των σύγχρονων περιβαλλόντων εργασίας.

Με τον οδηγούμενο από γεγονότα προγραμματισμό, ο χρήστης με την έναρξη της εκτέλεσης της εφαρμογής αποκτά τον έλεγχο της και αποφασίζει, χρησιμοποιώντας το πληκτρολόγιο ή το ποντίκι, ποιο τμήμα του προγράμματος θα εκτελεστεί. Κάθε ενέργεια του χρήστη δημιουργεί μηνύματα με τη μορφή γεγονότων, τα οποία αντιλαμβάνεται το πρόγραμμα και ανταποκρίνεται σε αυτά.

Συμβάν (event driven) είναι μία ενέργεια που αναγνωρίζεται από την εφαρμογή, και συγκεκριμένα από τα αντικείμενα της, και την αναγκάζει να ανταποκριθεί. Η πρόκληση ενός συμβάντος μπορεί να γίνει είτε από τον χρήστη είτε από το σύστημα.

Παραδείγματα συμβάντων που προκαλούνται από τον χρήστη είναι το πάτημα κάποιου πλήκτρου εντολής, η επιλογή ενός στοιχείου μίας λίστας, η πληκτρολόγηση κάποιων χαρακτήρων σε ένα πλαίσιο κειμένου, η επιλογή ενός αντικειμένου μενού επιλογών κ.λπ. Ως συμβάντα που προκαλούνται από το σύστημα μπορούμε να αναφέρουμε τον τερματισμό της εφαρμογής.

Σε ένα σύγχρονο περιβάλλον εργασίας δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στον τρόπο που επικοινωνεί ο χρήστης με το σύστημα (διεπαφή χρήστη-user interface). Για να είναι μία εφαρμογή σύγχρονη, ευέλικτη και φιλική θα πρέπει να δοθεί οπτική μορφή στο περιβάλλον εργασίας που παρέχεται στον χρήστη. Η εφαρμογή Delphi παρέχει όλα εκείνα τα εργαλεία που χρειάζονται για να δημιουργηθεί ένα τέτοιο περιβάλλον. Και φυσικά τα εργαλεία αυτά είναι τα αντικείμενα. Ο σχεδιασμός της εφαρμογής ξεκινάει από τα αντικείμενα που πρόκειται να χρησιμοποιήσει. Η κατάλληλη επιλογή των αντικειμένων εξασφαλίζει σε μεγάλο βαθμό και την επιτυχία της εκτέλεσης της εφαρμογής.

6.3 Εικόνες JPEG

Αρχικά σχεδιάστηκαν στο χαρτί οι έξι βασικές εκφράσεις 'Θυμός' (Anger), 'Λύπη' (Sadness), 'Χαρά' (Happiness), 'Απέχθεια' (Disgust), 'Εκπληξη' (Surprise), 'Φόβος' (Fear) καθώς και η ουδέτερη έκφραση (Neutral) σε εμπρόσθια όψη (εικόνα) καθώς και οι εξής εκφράσεις: 'Ευχαρίστηση' (Pleasure), 'Μελαγχολία' (Pensiveness), 'Τρόμος' (Terror), 'Απόσπαση της προσοχής' (Distraction) και 'Κατάπληξη' (Amazement). Για τη δημιουργία των 2D εικόνων χρησιμοποιήθηκαν φωτογραφίες πραγματικών προσώπων με τις παραπάνω εκφράσεις. Τα ανατομικά χαρακτηριστικά των σχεδιαστικών εικόνων ζωγραφίστηκαν ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των πραγματικών προσώπων, με ακριβείς μετρήσεις ώστε να αποδοθούν σωστά οι κινήσεις των μυών για κάθε συναίσθημα.

Έπειτα οι εικόνες, πέρασαν από ένα πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνων (Photoshop) για τη διόρθωση προβλημάτων στην ποιότητα του χρώματος και στην γκάμα των τόνων τα οποία οφείλονταν στη διαδικασία του σκαναρίσματος. Χρησιμοποιήθηκαν τα εργαλεία διόρθωσης χρώματος Brightness/Contrast και Hue/Saturation (εικόνα 24) για να διασφαλιστεί η κατάλληλη ανάλυση για την τελική χρήση της εικόνας.



Εικόνα 25 Παράδειγμα διαχείρισης χρώματος της εικόνας στο πρόγραμμα Photoshop

6.3.1 Περιγραφή των εικόνων

Όσον αφορά το συναίσθημα Λύπη (εικόνα 29), τα εσωτερικά σημεία των φρυδιών κάμπτονται προς τα πάνω ενώ τα μάτια είναι ερμητικά κλειστά. Το στόμα είναι χαλαρωμένο με κλίση προς τα κάτω, αφήνοντας έτσι ακάλυπτο μέρος των δοντιών. Το εξόγκωμα στο σαγόι, τα μάτια καθώς και οι έντονες σκιές στο πρόσωπο μαρτυρούν τη μεγάλη ένταση της λύπης, οποία το στόμα είναι λιγότερο ανοιχτό. Η λύπη έχει πολλές διαβαθμίσεις και παραλλαγές, από τη συγκαλυμμένη λύπη μέχρι το γοερό κλάμα με ανοιχτό στόμα. Ένα παράδειγμα συγκαλυμμένης λύπης παρουσιάζεται στην εικόνα 36. Τα φρύδια κάμπτονται πάλι προς τα πάνω με τη διαφορά ότι αυτή τη φορά η γραμμή των φρυδιών είναι πιο ευθυγραμμισμένη λόγω του ότι ο μετωπιαίος μυς (ο μυς με την ενέργεια του οποίου ανασηκώνονται τα φρύδια) είναι πιο χαλαρός σε σχέση με την προηγούμενη εικόνα. Τα μάτια είναι ανοιχτά και το στόμα χαλαρωμένο υποδηλώνοντας έτσι μία μελαγχολική έκφραση του προσώπου (Pensiveness).

Για το συναίσθημα Έκπληξη (εικόνα 31) σχεδιάστηκαν ακόμα δύο εκφράσεις, η έκφραση που παίρνει το πρόσωπο μας όταν αποσπάται η προσοχή και η έκφραση της κατάπληξης. Δηλαδή, μία έκφραση χαμηλότερης έντασης (εικόνα 37) και μία έκφραση υψηλότερης έντασης (εικόνα 38). Τα φρύδια είναι υψωμένα όσο το δυνατόν περισσότερο. Τα άνω βλέφαρα είναι ορθάνοιχτα και τα κάτω είναι χαλαρωμένα. Το στόμα είναι ανοιχτό σε σχήμα οβάλ.

Για το συναίσθημα Χαρά (εικόνα 30) δημιουργήθηκε και η έκφραση της Ευχαρίστησης (εικόνα 40) κατά την οποία τα φρύδια είναι χαλαρωμένα, το στόμα είναι ανοιχτό και οι στοματικές γωνίες τραβιούνται προς τα πίσω. Στην εικόνα 30 δεδομένου ότι η χαρά είναι πιο έντονη, το στόμα είναι πιο ανοιχτό και τα μάτια κλειστά.

Το συναίσθημα Απέχθεια απεικονίζεται στην εικόνα 32. Το άνω χείλος υψώνεται όπως σε ένα έντονο περιπαικτικό χαμόγελο, και επιτρέπει στην άνω οδοντοστοιχία να φανεί, ενώ το κάτω χείλος υψώνεται και αυτό ελαφρά.

Το σημείο-κλειδί για την αναγνώριση της έντασης του συναισθήματος του φόβου είναι τα μάτια. Αν τα μάτια είναι πολύ ανοιχτά αμέσως συμπεραίνουμε πως πρόκειται για τρόμο όπως παρουσιάζεται στην εικόνα 39 . Αντίθετα στον απλό φόβο τα μάτια είναι λίγο πιο ανοιχτά από το κανονικό και τα φρύδια είναι ελαφρώς υψωμένα. Η ανησυχία σε ένα πρόσωπο διακρίνεται από τον συνδυασμό των υψωμένων φρυδιών, είτε με τα γουρλωμένα μάτια είτε με το ανοιχτό στόμα, είτε με το σφιχτά κλεισμένο στόμα.

Τα χαρακτηριστικά στοιχεία του θυμού στην εικόνα 34 είναι τα κατεβασμένα φρύδια, τα οποία βρίσκονται κάτω από το ανώτερο μέρος των άνω βλεφάρων, τα μάτια είναι κλειστά υποδηλώνοντας έντονο θυμό και το στόμα είναι ανοιχτό αφήνοντας να φανούν τα δόντια.

6.4 Διεπαφή χρήστη

Το πρώτο στοιχείο που μας απασχόλησε, είναι ο τρόπος επικοινωνίας του χρήστη με την εφαρμογή. Η εφαρμογή μας απαιτεί την ύπαρξη ενός γραφικού περιβάλλοντος μέσω του οποίου θα εμφανίζονται μηνύματα στον χρήστη τα οποία θα τον ενημερώνουν για το όνομα του εκάστοτε συναισθήματος και θα τον παροτρύνουν να 'μιμηθεί' το συναίσθημα που απεικονίζεται. Για το σχεδιασμό λοιπόν της διεπαφής χρήστη έπρεπε να επιλέξουμε τα κατάλληλα αντικείμενα. Στην εφαρμογή μας χρησιμοποιήσαμε:

- ένα αντικείμενο φόρμα το οποίο είναι το παράθυρο μέσα στο οποίο θα εκτελείται η εφαρμογή,
- αντικείμενα πλήκτρα εντολής με τα οποία ο χρήστης θα καθοδηγεί την εκτέλεση της
- αντικείμενα ετικέτες που θα εμφανίζουν τις πληροφορίες
- αντικείμενα πλαίσια κειμένου στα οποία καταχωρούμε διάφορες τιμές μέσω μίας βάσης δεδομένων
- αντικείμενο εικόνα στην οποία προβάλλονται διάφορες εκφράσεις προσώπου μέσω μίας βάσης δεδομένων

Αρχικά δημιουργήσαμε μία φόρμα και στη συνέχεια τοποθετήσαμε επάνω της τρία πλήκτρα εντολής. Τα τρία πλήκτρα εντολής τα επιλέξαμε από την εργαλειοθήκη (toolbox) που μας παρέχει το περιβάλλον της Delphi. Τα τρία πλήκτρα εντολής (Show, Next, Previous) θα δίνουν τη δυνατότητα στον χρήστη να επιλέγει αρχικά το βήμα της εκκίνησης προβολής εικόνων και στη συνέχεια τη δυνατότητα μετάβασης στην επόμενη ή προηγούμενη εικόνα και στις πληροφορίες που τις συνοδεύουν.

Για τα τρία πλήκτρα εντολής αντιστοιχίσαμε τις παρακάτω τιμές:

Πίνακας 10 Απόδοση τιμών στα πλήκτρα εντολής

Αντικείμενο	Ιδιότητα	Τιμή
Πλήκτρο εντολής 1	Name	Button1
	Caption	Show
Πλήκτρο εντολής 2	Name	Button2
	Caption	Next
Πλήκτρο εντολής 3	Name	Button3
	Caption	Previous

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία, τοποθετήσαμε δύο αντικείμενα ετικέτα επάνω στη φόρμα. Η πρώτη ετικέτα με τιμή Emotion στην ιδιότητα Τίτλος (Caption) και η δεύτερη ετικέτα με τιμή Description. Στη συνέχεια τοποθετήσαμε δύο Πλαίσια Κειμένου ώστε να εμφανίζονται μηνύματα προς τον χρήστη και ένα αντικείμενο Εικόνας. Στο πρώτο πλαίσιο κειμένου εμφανίζονται τα ονόματα των βασικών εκφράσεων και στο δεύτερο πλαίσιο κειμένου εμφανίζονται πληροφορίες για την επίτευξη του σκοπού της εφαρμογής (παραδείγματα και προτροπή μίμησης της έκφρασης).

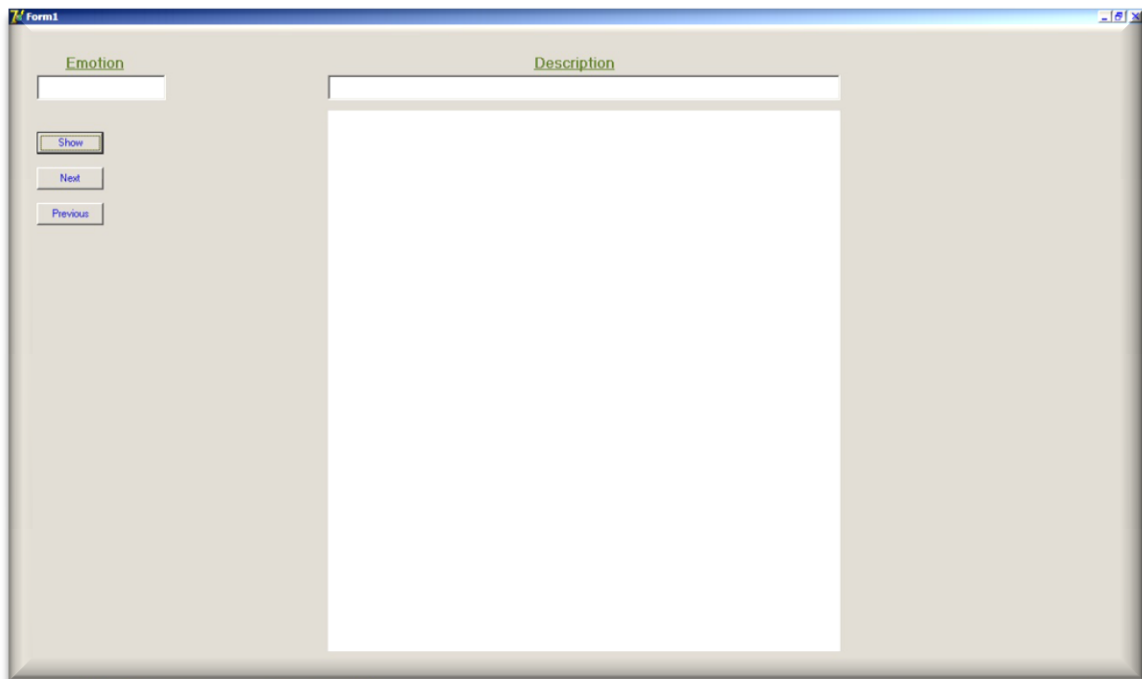
Για τα εργαλεία Ετικέτα κάναμε τις εξής παραδοχές:

- έχουν την δυνατότητα να εμφανίζουν κείμενο κατά τη διάρκεια σχεδίασης της εφαρμογής, αλλά ο χρήστης δεν έχει τη δυνατότητα να το αλλάξει κατά τη διάρκεια της εφαρμογής,
- η καταχώριση κειμένου σε ένα αντικείμενο Ετικέτα γίνεται μέσω της ιδιότητας της Τίτλος (Caption),
- η απόδοση προγραμματιστικού ονόματος σε ένα αντικείμενο Ετικέτα γίνεται μέσω της ιδιότητας της Όνομα (Name) και
- η εμφάνιση ή όχι του κειμένου που περιλαμβάνει ένα αντικείμενο Ετικέτα εξαρτάται από την τιμή που έχει η ιδιότητα του Ορατό (Visible) και η οποία δέχεται τις τιμές Αληθής ή Ψευδής.

Πίνακας 11 Απόδοση τιμών σε άλλα αντικείμενα της εφαρμογής

Αντικείμενο	Ιδιότητα	Τιμή
Ετικέτα 1	Name	Label1
	Caption	Emotion
Ετικέτα 2	Name	Label2
	Caption	Description
Εικόνα	Name	Image1
Πλαίσιο κειμένου 1	Name	Edit1
Πλαίσιο κειμένου 2	Name	Edit2

Μετά την αντιστοίχιση όλων των ιδιοτήτων ολοκληρώσαμε τη σχεδίαση της διασύνδεσης του χρήστη με την εφαρμογή, έτσι όπως φαίνεται στην εικόνα 26.



Εικόνα 26 Η πρώτη οθόνη της εφαρμογής κατά την εκκίνηση του προγράμματος

Το γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής χαρακτηρίζεται από απλότητα προκειμένου να μειωθούν τα ερεθίσματα που δυσχεραίνουν τη συγκέντρωση προσοχής του παιδιού.

Δεδομένου ότι τα παιδιά του αυτιστικού φάσματος είναι δύσκολο να διαβάσουν τα πλαίσια κειμένου θα πρέπει φυσικά να καθοδηγούνται από κάποιο γονέα ή εκπαιδευτή. Την στιγμή που θα πρέπει το παιδί να εκφράσει κάποιο συναίσθημα, ο γονέας ή ο εκπαιδευτής θα πρέπει να παροτρύνει το παιδί να επιλέξει, σε πρώτη φάση, το συναίσθημα το οποίο βιώνει, κοιτάζοντας μόνο τις εικόνες (κάρτες) με τις έξι βασικές εκφράσεις.

Σε δεύτερη φάση, το παιδί θα πρέπει να μιμηθεί τις εκφράσεις που παρουσιάζονται στις εικόνες (κάρτες), μία προς μία. Πατώντας το κουμπί Show θα ξεκινήσει η προβολή των εικόνων συνοδευόμενες από το όνομα του συναισθήματος που τις χαρακτηρίζει καθώς και η περιγραφή του κάθε συναισθήματος. Αφού ενημερώσουν το παιδί για το συναίσθημα που απεικονίζεται και το συνδέσουν με κάποια συμπεριφορά, παρόμοια με αυτή που περιγράφεται στο πλαίσιο κειμένου "Description", θα ζητηθεί από το παιδί να μιμηθεί την έκφραση που του παρουσιάζεται.

6.5 Επικοινωνία της εφαρμογής με βάση δεδομένων Access

Οι σύγχρονες τεχνολογίες σύνδεσης, μας επιτρέπουν μέσα από τη δική μας εφαρμογή την αξιοποίηση των δεδομένων μιας άλλης ανεξάρτητης εξωτερικής εφαρμογής. Στην εφαρμογή μας συνδέσαμε την φόρμα με έναν πίνακα μιας βάσης δεδομένων (db1).

Προσθέσαμε στη φόρμα τα εξής εξαρτήματα: Ένα εξάρτημα DataSource από την καρτέλα Data Access και τα εξαρτήματα ADOTable, ADOQuery και ADOConnection από την καρτέλα ADO, καθώς και τα εξαρτήματα DBGrid και DBNavigator, το πρώτο για να εμφανίζονται τα περιεχόμενα του πίνακα σε στήλες και γραμμές και το δεύτερο για να μπορούμε να μετακινούμαστε στις εγγραφές του πίνακα.

Η βάση δεδομένων που χρησιμοποιήσαμε παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.

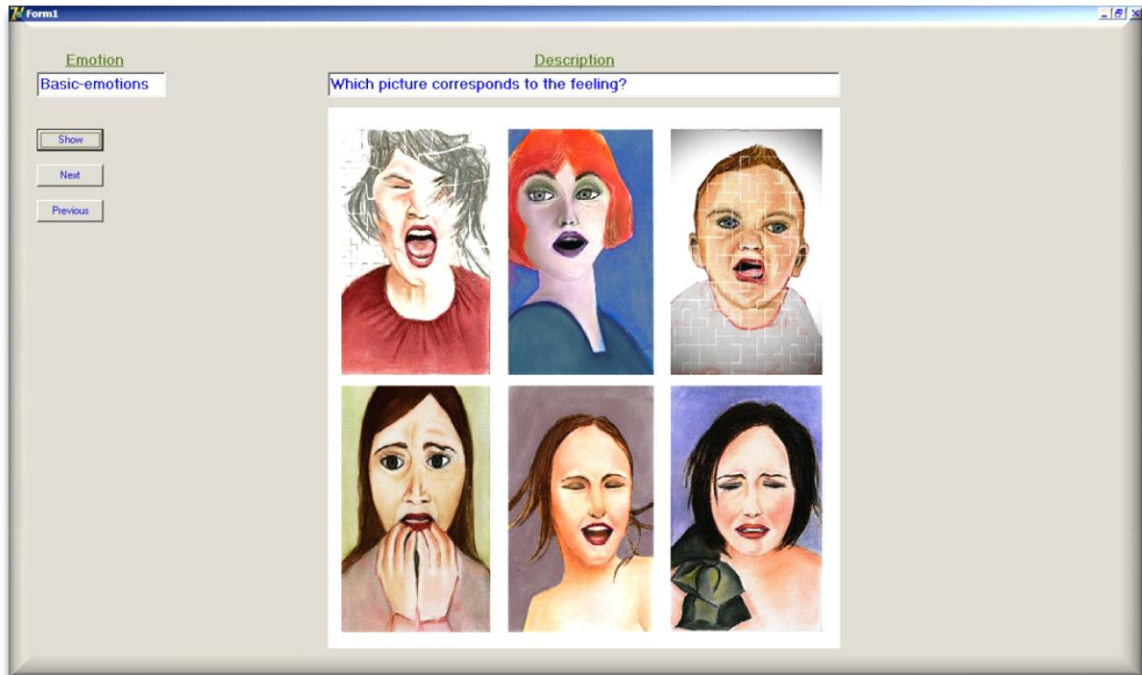
Emotion_id	Emotion_name	Emotion_field	Description	Image	Προσθήκη νέου πεδίου
1	Basic-emotions		Which picture	basicemotions	
2	Sadness		"I am crying! I	sadness.jpg	
3	Happiness		"I am smiling!	joy1.jpg	
4	Surprise		"I see somethi	surprise.jpg	
13	Disgust		Imitiate the ex	disgust.jpg	
14	Fear		"It's dark! I am	fear.jpg	
15	Anger		"My toy broke	anger.jpg	
16	Neutral		Pragmatic stat	oudetero.jpg	
17	Pensiveness		A low-intensit	pensiveness.jp	
18	Distraction		A low-intensit	distraction.jpg	
19	Amazement		A hight-intens	amazement.jp	
20	Pleasure		A low-intensit	joy2.jpg	
21	Terror		A hight-intens	terror.jpg	

Εικόνα 27 Emotion_Table

Πατώντας ο χρήστης το πρώτο πλήκτρο εντολής (Show) εκτελούνται οι ακόλουθες γραμμές κώδικα:

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
adoquery1.SQL.Add('Select * From Emotions_table');
adoquery1.Open;
edit1.Text:=adoquery1.Fields[1].Value;
edit2.Text:=adoquery1.Fields[3].Value;
image1.Picture.LoadFromFile('images\' +adoquery1.Fields[4].value);
//adoquery1.Close;
end;
```

Η διασύνδεση του χρήστη με την εφαρμογή θα είναι η εξής:

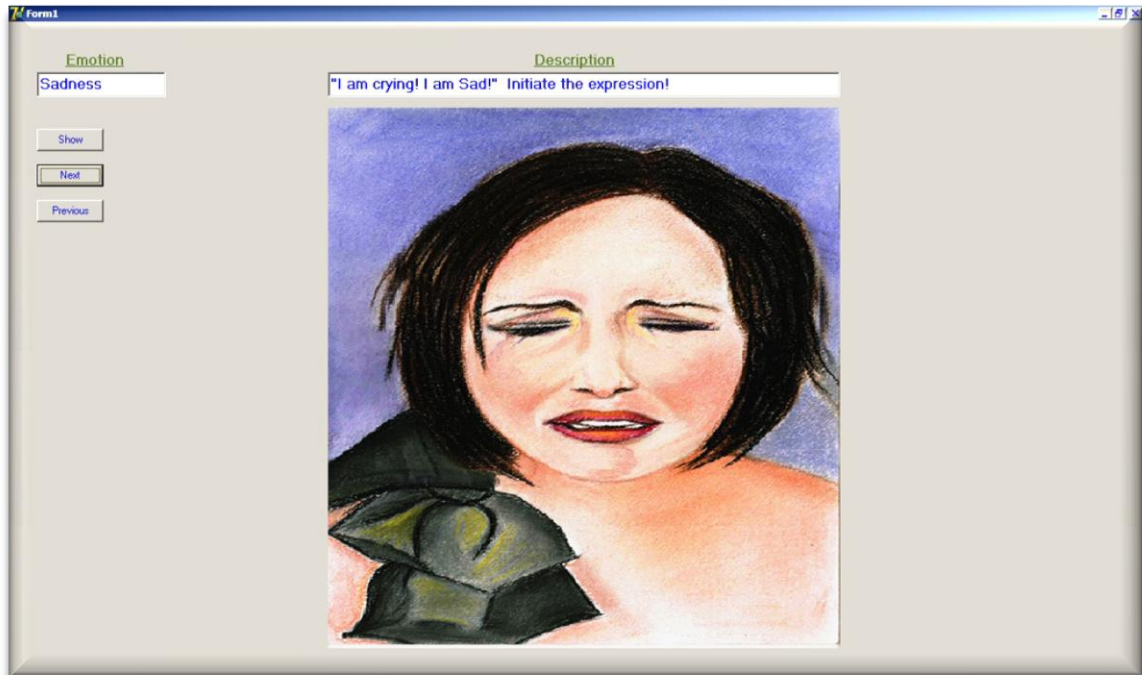


Εικόνα 28 Τα έξι βασικά συναισθήματα

Πατώντας ο χρήστης το δεύτερο πλήκτρο εντολής (Next) εκτελούνται οι ακόλουθες γραμμές κώδικα:

```
procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
  if not(adoquery1.Eof) then
    adoquery1.Next;
  edit1.Text:=adoquery1.Fields[1].Value;
  edit2.Text:=adoquery1.Fields[3].Value;
  image1.Picture.LoadFromFile('images\' +adoquery1.Fields[4].value);
end;
```

Κάθε φορά που ο χρήστης πατάει το κουμπί Next θα εμφανίζεται και μια νέα εικόνα με διαφορετικά πλαίσια κειμένου.

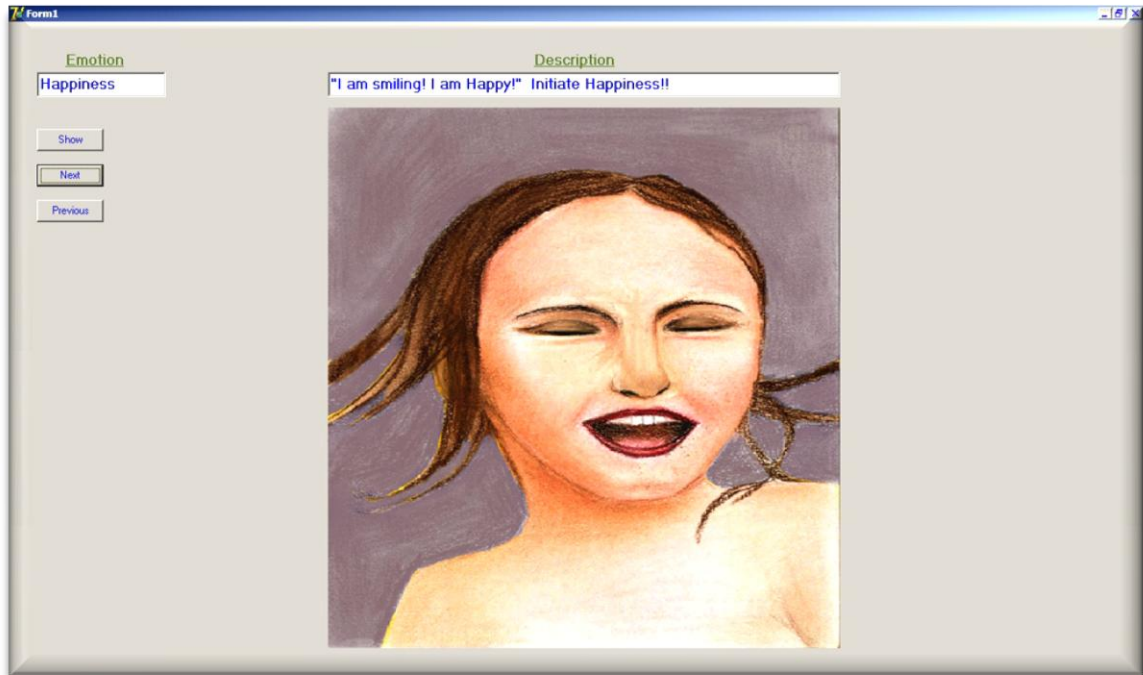


Εικόνα 29 Το συναίσθημα Λύπη (Sadness)

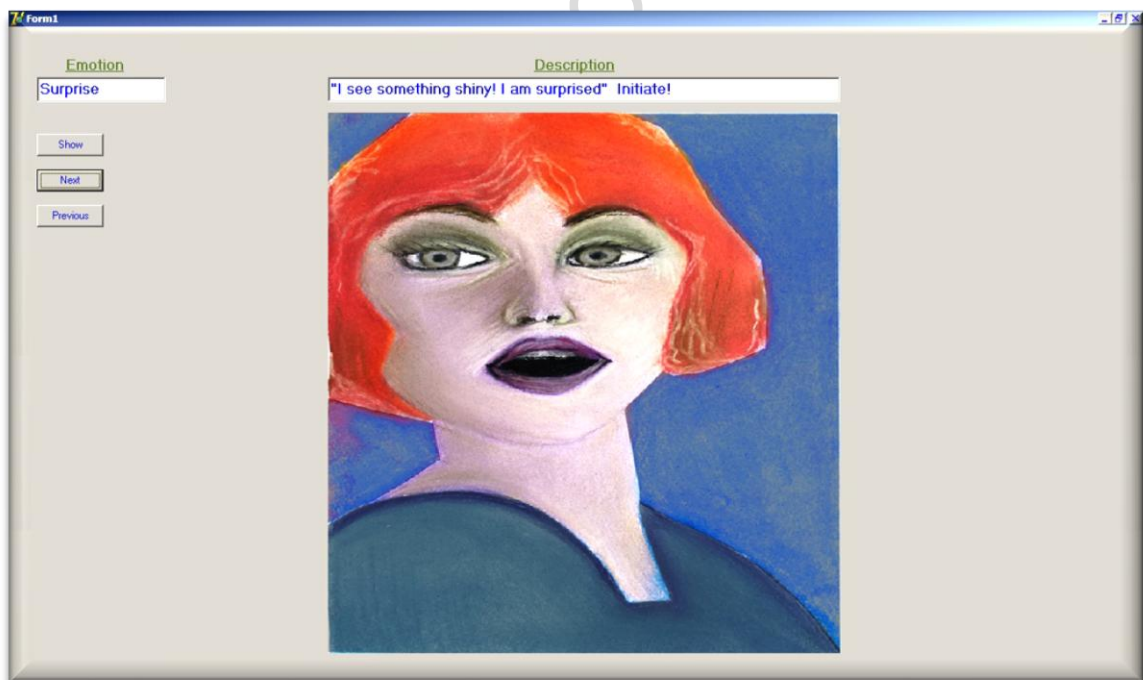
Στην περίπτωση που ο χρήστης θέλει να επιστρέψει σε κάποια προηγούμενη εικόνα, θα πατήσει το κουμπί Previous και θα εκτελεστούν οι παρακάτω εντολές:

```
procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
begin
if not(adoquery1.Bof) then
adoquery1.Prior;
edit1.Text:=adoquery1.Fields[1].Value;
edit2.Text:=adoquery1.Fields[3].Value;
image1.Picture.LoadFromFile('images\' +adoquery1.Fields[4].value);
end;
```

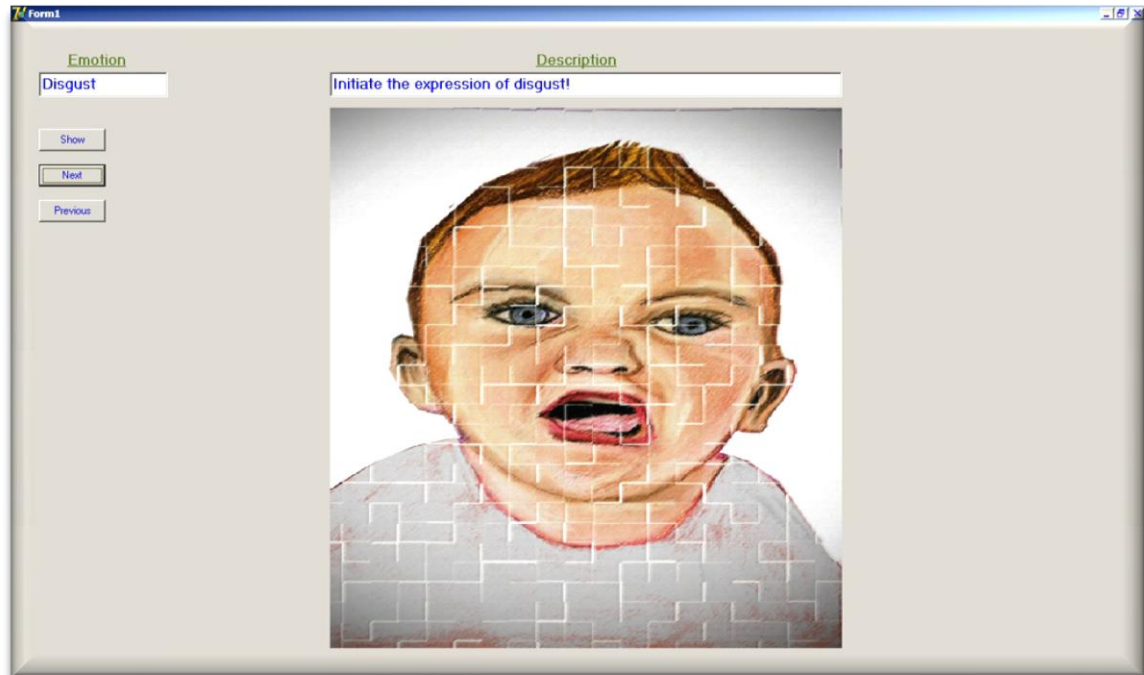
Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι υπόλοιπες εικόνες και τα πλαίσια κειμένου που εμφανίζονται στη φόρμα κατά τη διάρκεια της εφαρμογής (εικόνα 30-40).



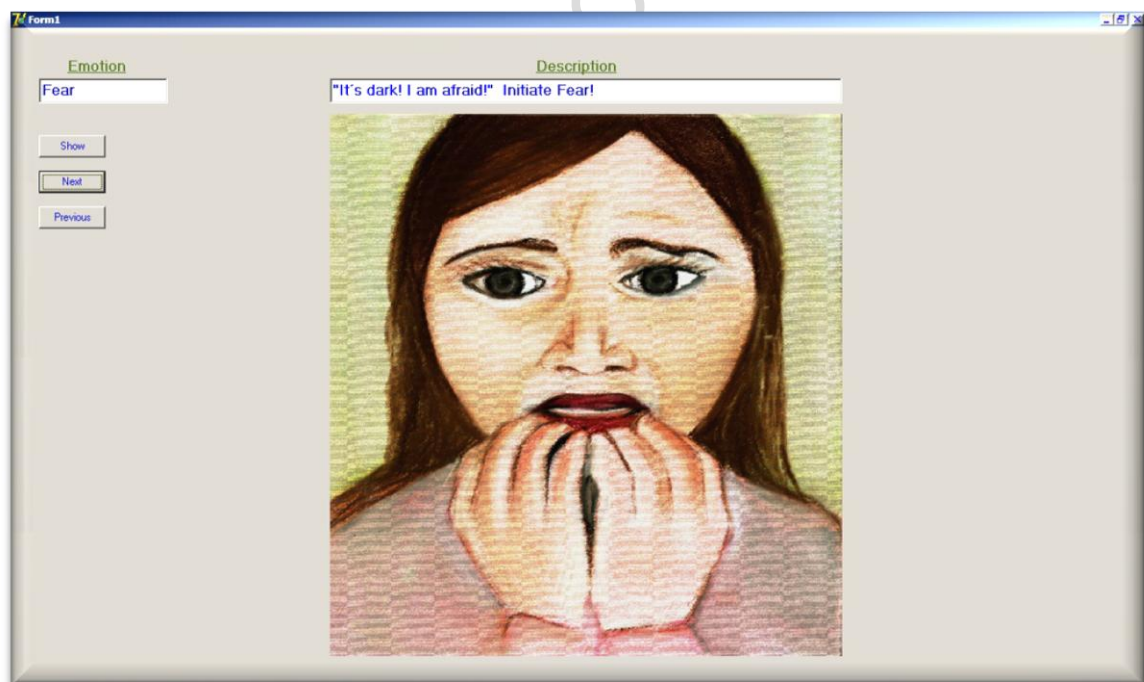
Εικόνα 30 Το συναίσθημα Χαρά (Happiness)



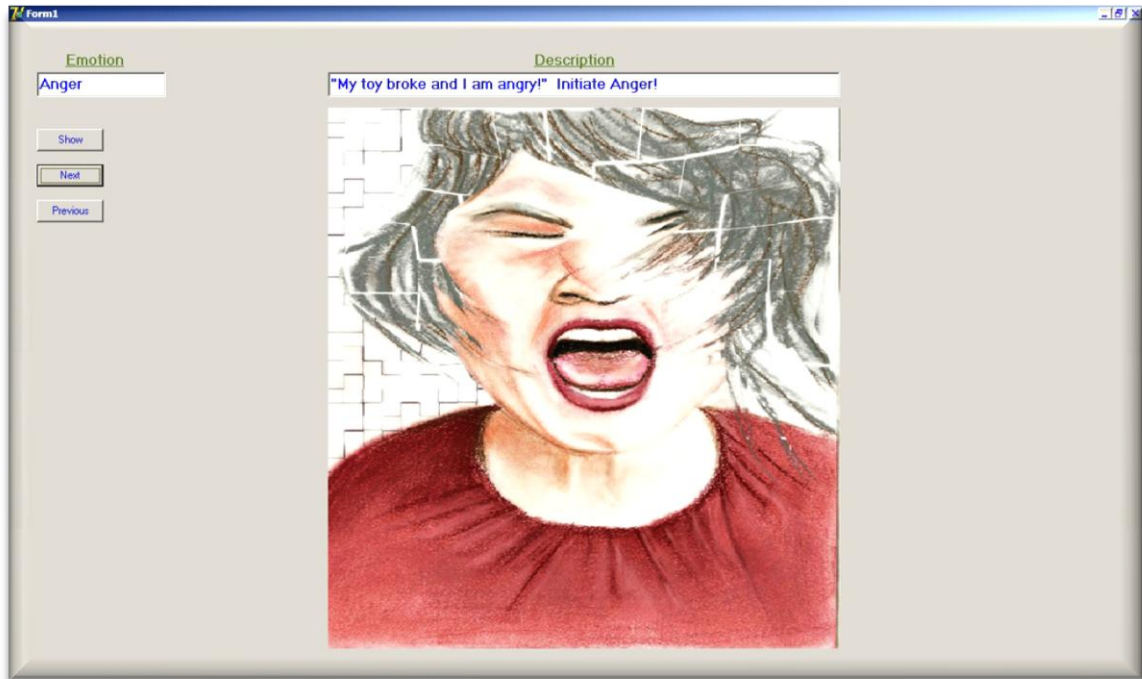
Εικόνα 31 Το συναίσθημα Έκπληξη (Surprise)



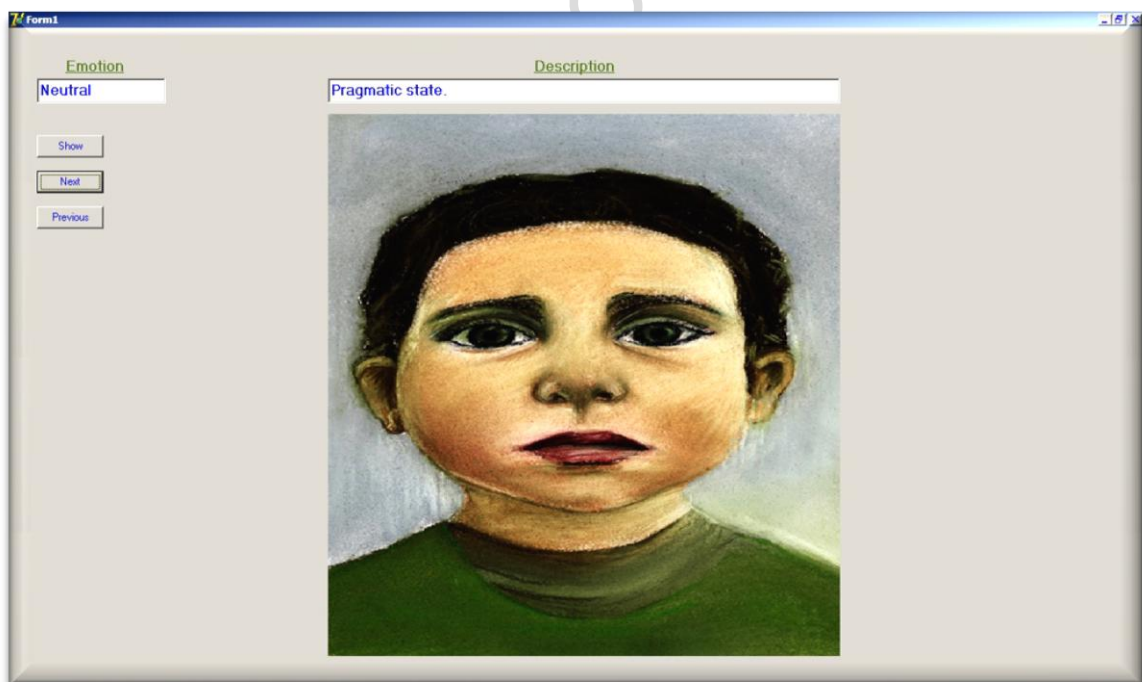
Εικόνα 32 Το συναίσθημα Απέχθεια (Disgust)



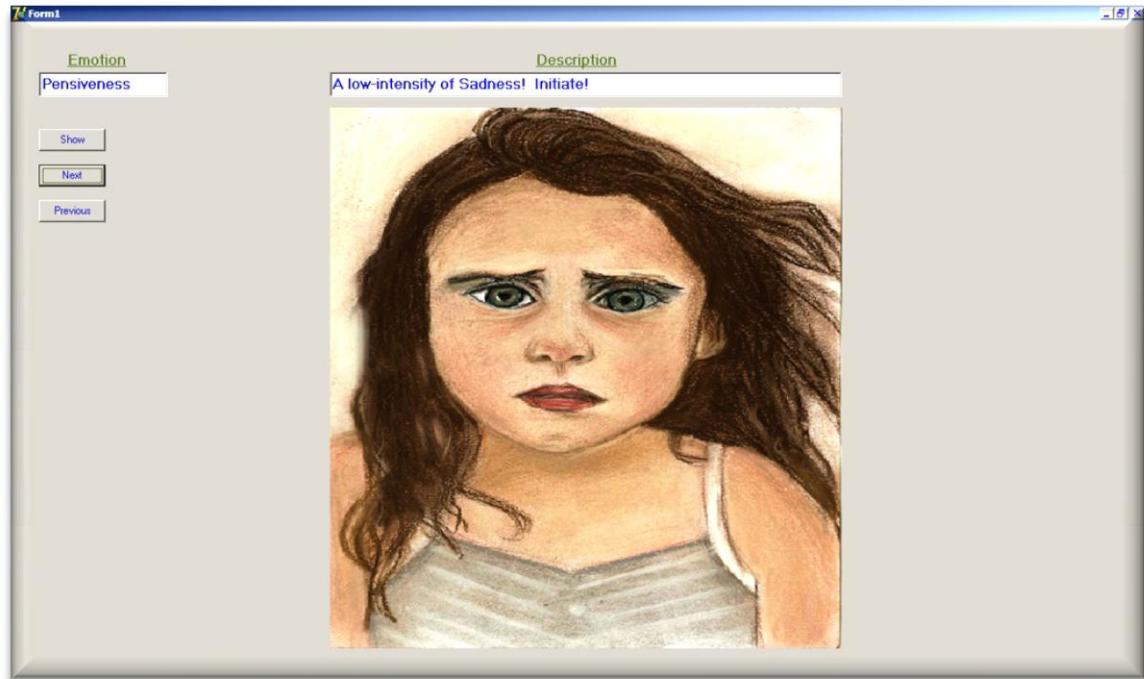
Εικόνα 33 Το συναίσθημα Φόβος (Fear)



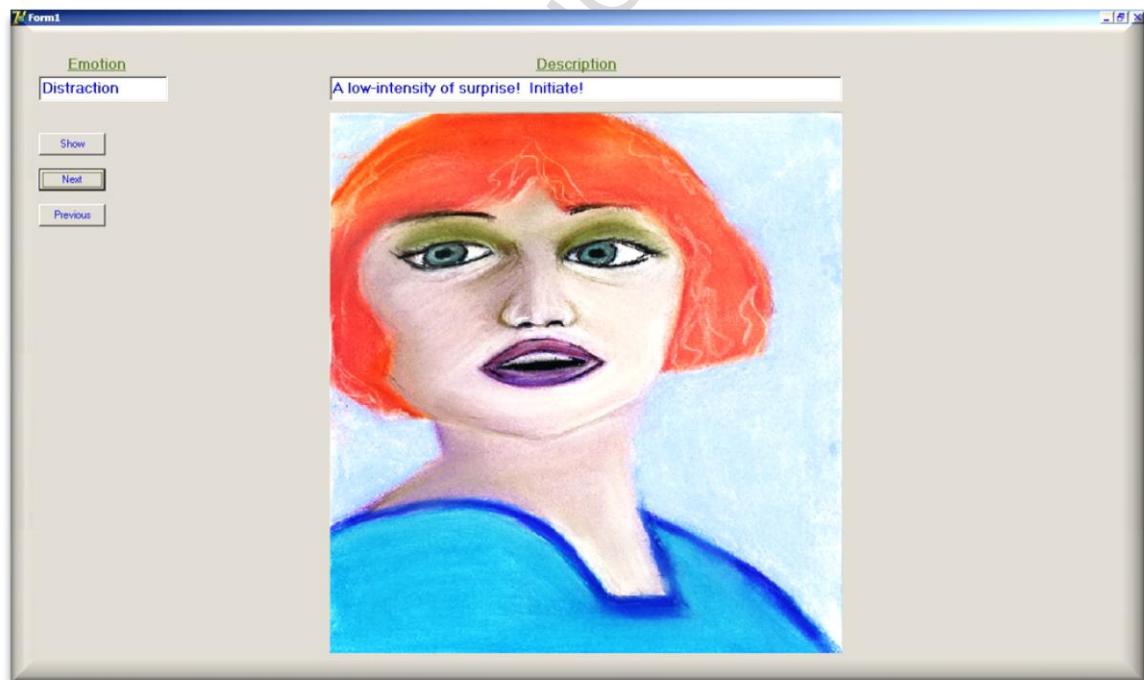
Εικόνα 34 Το συναίσθημα Θυμός (Anger)



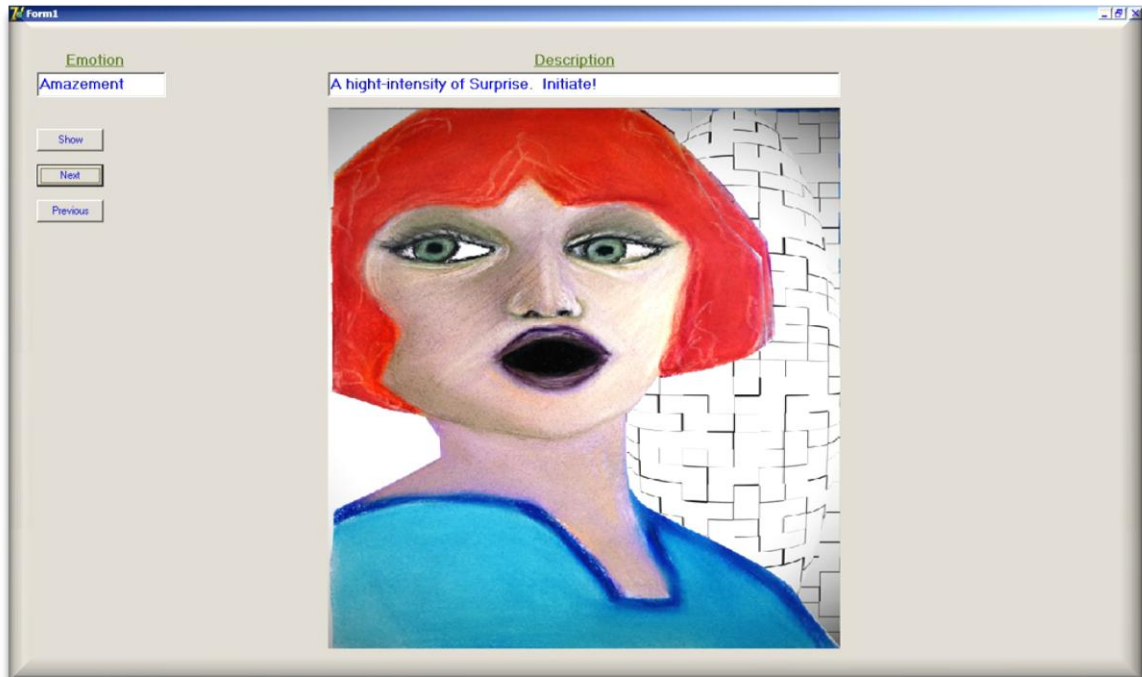
Εικόνα 35 Η ουδέτερη έκφραση (Neutral, pragmatic state)



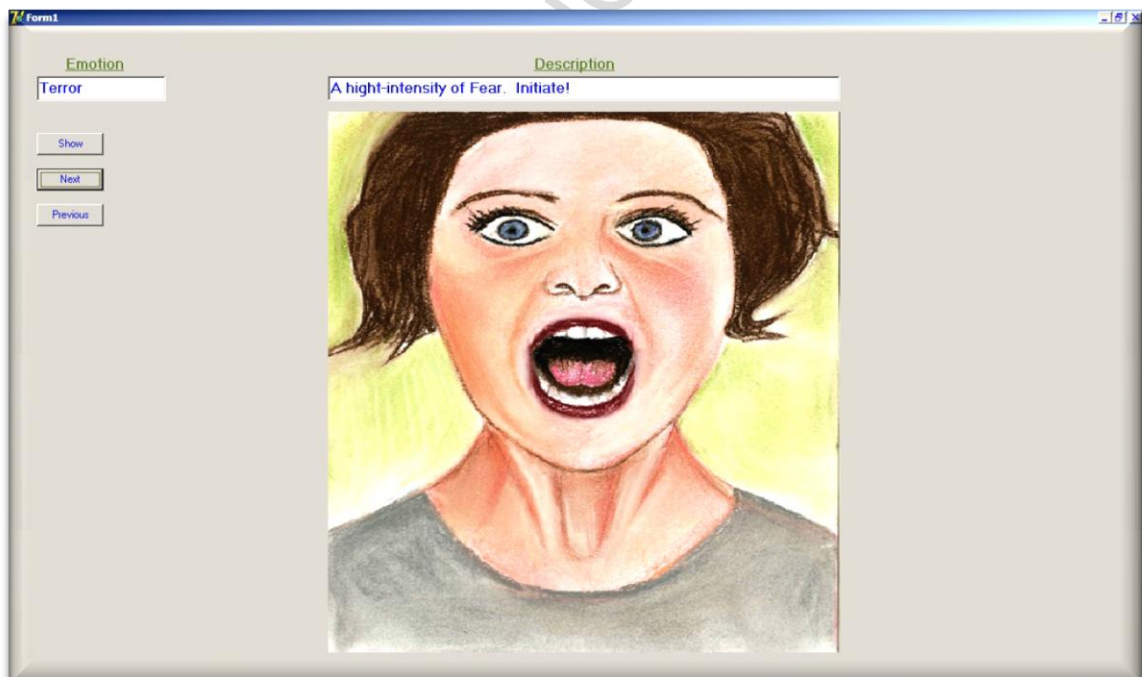
Εικόνα 36 Το συναίσθημα Μελαγχολία/ Λύπη χαμηλής έντασης (Pensiveness, A low-intensity of Sadness)



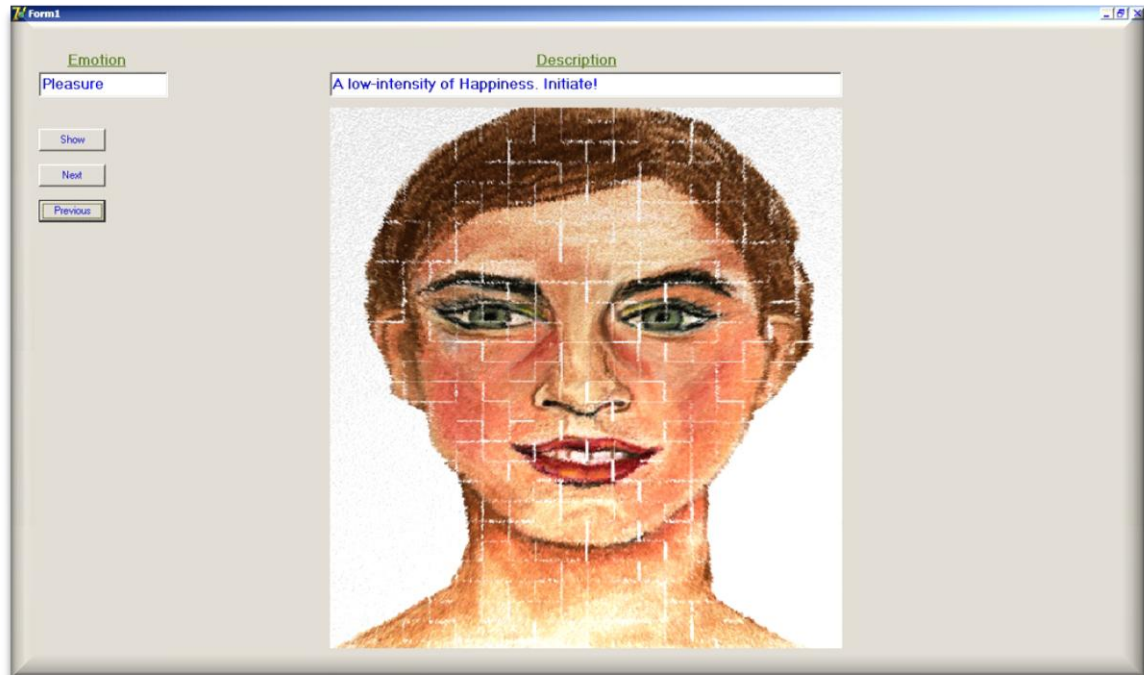
Εικόνα 37 Απόσπαση προσοχής /Εκπληξη χαμηλής έντασης (Distraction/A low-intensity of Surprise)



Εικόνα 38 Το συναίσθημα Κατάπληξη /Εκπληξη υψηλής έντασης (Amazement/A high-intensity of Surprise)



Εικόνα 39 Το συναίσθημα του Τρόμου /Φόβος υψηλής έντασης (Terror/A high-intensity of Fear)



Εικόνα 40 Το συναίσθημα της ευχαρίστησης/ Χαρά χαμηλής έντασης (Pleasure/ A low-intensity of Happiness)

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΓΡ...

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι άνθρωποι εκδηλώνουν τα συναισθήματα τους όχι μόνο λεκτικά αλλά και με την εκφορά του λόγου, τις εκφράσεις του προσώπου, τη στάση του σώματος, τις χειρονομίες τους και φυσικά τις ενέργειες τους. Πληροφορίες για το συναίσθημα μπορούμε να πάρουμε από τον λόγο, το πρόσωπο και το σώμα. Το πρόσωπο παίζει τον πιο σημαντικό ρόλο στην έκφραση του συναισθήματος. Στην παρούσα εργασία ασχοληθήκαμε αποκλειστικά με τις εκφράσεις του προσώπου, παραθέτοντας στοιχεία ανάλυσης και σύνθεσης. Αρχικά ορίσαμε την έννοια του συναισθήματος και προσδιορίστηκαν οι έξι βασικές κατηγορίες συναισθημάτων η λύπη, ο φόβος, η χαρά, η έκπληξη, η απέχθεια και ο θυμός.

Στο δεύτερο κεφάλαιο προσεγγίσαμε ζητήματα ορισμού, κατανόησης και αναπαράστασης συναισθηματικών επεισοδίων από τη σκοπιά των θεωρητικών επιστημών και κυρίως της ψυχολογίας. Ένα πρώτο συμπέρασμα είναι η μεγάλη διαφοροποίηση που παρατηρείται στις επιμέρους θεωρίες και η μεγάλη απόκλιση στις ποικίλες αναπαραστάσεις. Στην παρούσα μελέτη των θεωριών συναισθημάτων, αναφέρονται δύο κατηγοριοποιήσεις. Η πρώτη κατηγοριοποίηση έγινε σε σχέση με το εάν το φυσιολογικό ερέθισμα πρόκλησης του συναισθήματος διέρχεται από το Περιφερικό ή το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα αντίστοιχα. Έτσι λοιπόν, έχουμε τις Περιφερικές Θεωρίες Συναισθήματος με σημαντικότερη αυτή του James-Lange και τις Κεντρικές θεωρίες Συναισθήματος με αντιπροσωπευτικότερη αυτή των Cannon-Bard. Στις θεωρίες αυτές συνήθως υποστηρίζεται ότι το συναίσθημα είναι το τελικό προϊόν της αντίληψης και της αυτόνομης διέγερσης. Η δεύτερη κατηγοριοποίηση έγινε με βάση την πρωταρχική αιτία δημιουργίας του συναισθήματος, δηλαδή τι προηγείται της εκδήλωσης ενός συναισθήματος. Κατατάσσει τις θεωρίες τους συναισθήματος σε: Σωματικές, Γνωστικές, Εξελικτικές και Κοινωνιολογικές. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε σε αυτές που ασχολούνται με τις γνωστικές διαδικασίες που συμμετέχουν κατά τη διάρκεια ενός συναισθηματικού επεισοδίου. Οι έρευνες στη θεωρία συναισθημάτων έδειξαν ότι τα συναισθήματα έχουν άμεση σχέση με τα όργανα του σώματος. Οι θεωρίες αξιολόγησης παρέχουν μηχανισμούς πρόβλεψης για τα χαρακτηριστικά των συναισθηματικών αντιδράσεων ενός ατόμου ανάλογα με το ερέθισμα που δέχεται και τον τρόπο που το αξιολογεί. Η θεωρία Core Affect παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον διότι συνδυάζει χαρακτηριστικά από πολλές διαφορετικές προσεγγίσεις και καταφέρει να αναδείξει την ευελιξία στη διαδικασία κατανόησης συναισθηματικών διεργασιών. Όλα τα θεωρητικά μοντέλα από το χώρο της ψυχολογίας είναι σημαντικά για τη συναισθηματική υπολογιστική, διότι μπορούν να αποτελέσουν βάση για τον σχεδιασμό αντίστοιχων υπολογιστικών μοντέλων.

Στο τρίτο κεφάλαιο έγινε μία αναφορά στη συναισθηματική υπολογιστική καθώς και μια επισκόπηση στους τρόπους υπολογιστικής μοντελοποίησης της συμπεριφοράς. Σκοπός της συναισθηματικής υπολογιστικής είναι η ανάπτυξη συστημάτων τα οποία θα είναι σε θέση να αναγνωρίζουν, να ερμηνεύουν και να επεξεργάζονται τα ανθρώπινα συναισθήματα. Η συναισθηματική υπολογιστική αφορά στην υπολογιστική μοντελοποίηση θεωριών, όπως της θεωρίας βασικής συγκίνησης (core affect) και των θεωριών αξιολόγησης. Οι περιοχές εφαρμογών της δεν αφορούν μόνο την ανίχνευση της συναισθηματικής πληροφορίας αλλά και στην εκμετάλλευση της πληροφορίας αυτής για την αναγνώριση των συναισθημάτων. Αυτό επιτυγχάνεται με την ανάλυση των δεδομένων μέσω διάφορων διαδικασιών. Παράλληλα εφαρμόζεται και στην κατανόηση και στην μοντελοποίηση των συναισθημάτων αναφερόμενη στην ικανότητα ενός συστήματος όχι απλά να ανιχνεύει αλλά και να επεξεργάζεται συναισθηματική πληροφορία προκειμένου να συντηρεί το μοντέλο της συναισθηματικής συμπεριφοράς του χρήστη. Τέλος μια ακόμα περιοχή της συναισθηματικής υπολογιστικής είναι ο σχεδιασμός συστημάτων τα οποία θα παρέχουν μία διεπαφή αλληλεπίδρασης με τον χρήστη με την μορφή εικονικού χαρακτήρα.

Στο τέταρτο κεφάλαιο έγινε μία ανάλυση της αναγνώρισης συναισθημάτων μέσω των εκφράσεων του προσώπου. Αναφέρονται κάποιες από τις βασικές τεχνικές που χρησιμοποιεί ο υπολογιστής για να ανακτήσει πληροφορίες σχετικά με τη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη μέσω των εκφράσεων του προσώπου. Οι προσεγγίσεις αυτές διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες: τις στατικές και τις δυναμικές. Παρουσιάστηκαν τα τέσσερα στάδια

ανίχνευσης προσώπου καθώς και οι μέθοδοι εξαγωγής χαρακτηριστικών. Επίσης έγινε μία αναφορά στις πιο γνωστές βάσεις δεδομένων και στα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχει μία βάση ώστε να καλύψει πολλών ειδών μελέτες.

Το πέμπτο κεφάλαιο περιέχει πληροφορίες σχετικά με το διεθνές πρότυπο MPEG-4, που είναι πρότυπο για την κωδικοποίηση και συμπίεση φυσικού και συνθετικού οπτικοακουστικού περιεχομένου με βάση τα αντικείμενα. Η βαρύτητα δίνεται στα συνθετικά πρόσωπα του MPEG-4 και τις παραμέτρους κίνησης του προσώπου, τα λεγόμενα FAPs (Facial Animation Parameters). Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι ένα σύστημα αναγνωρίζει τη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη σε ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό, παρόλα αυτά όμως πολλά προβλήματα όπως η διαφορετική έκφραση συναισθήματος από άτομα με διαφορετική κουλτούρα καθώς και η έλλειψη ερευνών σε πραγματικά δεδομένα είναι μερικά από τα ζητήματα που πρέπει να εξεταστούν.

Στο έκτο κεφάλαιο έγινε μία περιγραφή της αλληλεπιδραστικής εφαρμογής που σχεδιάστηκε στην παρούσα πτυχιακή με σκοπό να βοηθήσει τα παιδιά του αυτιστικού φάσματος να κατανοήσουν, αναγνωρίσουν και να μιμηθούν τις βασικές εκφράσεις προσώπου.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Keith Oatley & Jennifer Jenkins, 'Understanding Emotions', 1996
- [3] Αναστασία Βουτυρά, "Ο ρόλος της έκφρασης συναισθημάτων μέσα στην Οικογένεια και της συναισθηματικής νοημοσύνης νεαρών ατόμων στις ακαδημαϊκές τους επιδόσεις", Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, 2009.
- [4] Trabelsi, A. and C. Frasson. The Emotional Machine: A Machine Learning Approach to Online Prediction of User's Emotion and Intensity. In *Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 2010 IEEE 10th International Conference on.
- [5] C. Apte, F. Damerau, and S. Weiss. Automated learning of decision, rules for text categorization. *ACM Transactions on Information Systems*, 12(3):pp233-251, 1994
- [6] E. C.-C. Kao, L. Chun-Chieh, Y. Ting-Hao, H. Chang-Tai, and S. Von-Wun, "Towards Text based Emotion Detection," in *International Conference on Information Management and Engineering*, 2009, pp. 70-74. S. Aman, "Recognizing Emotions in Text," *Master of Computer Science, University of Ottawa*, 2007.
- [8] F. Sebastiani, "Machine Learning in Automated Text Categorization," *ACM Computing Surveys*, vol. 34, No.1, pp. 1-47, 2002.
- [9] J. Read, "Recognising Affect in Text using Pointwise-Mutual Information": *Master of Science, University of Sussex*, 2004.
- [10] A. Esuli and F. Sebastiani, "Determining Term Subjectivity and Term Orientation for Opinion Mining," in *Proceedings of EACL 2006*.
- [14] Ruebenstrunk G., 1998, *Emotional Computers, Computer models of emotions and their meaning for emotion-psychological research*
- [15] Λώρη (Καλλιόπη-Ειρήνη) Μαλατέστα, 'Επικοινωνία Ανθρώπου-Υπολογιστή Βασισμένη σε Ανάλυση και Σύνθεση Οπτικών Πληροφοριών', Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2009
- [17] Paul Ekman, "Facial Expressions", *University of California*, 1999
- [22] Βασίλειος Στασινόπουλος, 'Αναγνώριση μορφασμών με βάση τα ενεργά σημεία του προσώπου', Θεσσαλονίκη, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, 2007
- [23] Παναγιώτης Β. Περάκης, "Ανίχνευση Προσώπων και Σημείων Ενδιαφέροντος σε Πρόσωπα", Αθήνα, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο, 2008.
- [24] Hongfei Lin, Fengming Pan, Yuxuan Wang, Shaohua Lv and Shichang Sun, "Affective Computing In E-learning", *Dalian University of Technology, China*.
- [25] Ashish Kapoor, "Learning Discriminative Models with Incomplete Data", *Massachusetts Institute of Technology*, 2006
- [26] Ashish Kapoor and Rosalind W. Picard, "Multimodal Affect Recognition in Learning Environments", *MIT Media Laboratory, Cambridge, USA*
- [27] Kostas Karpouzis, Amaryllis Raouzaiou, Athanasios Drosopoulos, Spiros Ioannou, Themis Balomenos, Nicolas Tsapatsoulis, and Stefanos Kollias, "Facial Expression and Gesture Analysis for Emotionally-Rich Man-Machine Interaction", *National Technical University of Athens, Greece*
- [28] Anitha C et. al., "A Survey on Facial Expression Databases", *International Journal of Engineering Science and Technology*
- [29] A. Murat Tekalp and Jorn Ostermann, "Face and 2-D mesh animation in MPEG-4," *Signal Processing: Image Communication*, vol. 15, pp. 387-421, 1999.
- [36] J. A. Russell. Core Affect and the Psychological Construction of Emotion. *Psychological Review*, Vol. 110, No. 1, 145-172, Boston College, 2003
- [37] Essa, A. Pentland, Coding, Analysis, Interpretation and Recognition of Facial Expressions, *IEEE, Transactions of Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 19, No. 7, pp. 757-763, 1997
- [38] Z. Zhang, M. Lyons, M. Schuster, and S. Akamatsu, Comparison between Geometry-Based and Gabor Wavelets-Based Facial Expression Recognition Using

- Multi\$Layer Perceptron, Proc. Int'l Conf. Automatic Face and Gesture Recognition, pp. 454-459, 1998
- [39] M. Pantic, L. Rothkrantz, An Expert System for Multiple Emotional Classification of Facial Expressions, Proc. 11th IEEE Int. Conf. on Tools with Artificial Intelligence, pp. 113-120, 1999
- [40] J. Lien, T. Kanade, J. Cohn, C. Li, Automated Facial Expression Recognition Based on FACS Action Units, Proc. Third IEEE Int. Conf. Automatic Face and Gesture Recognition, pp. 46-53, 2000
- [41] A. Ortony, A. Collins, and G.L. Clore. The Cognitive Structure of Emotions. Cambridge University Press, 1988
- [42] M.S. Bartlett: Face Image Analysis by Unsupervised Learning and Redundancy Reduction, 1998 ,pp. 1-51
- [43] M.S. Bartlett, H. Lades, and T. J. Sejnowski: Independent component representations for face recognition in Proc. SPIE Symp. Electron. Imaging: Science Technology Human Vision and Electronic Imaging III. Vol. 3299, T. Rogowitz and B. Pappas. Eds., San Jose, CA, 1998, pp. 528-539
- [44] Christine Lisetti, Guillaume Bastard, MAUI: a Multimodal Affective User Interface Sensing User's Emotions based on Appraisal Theory - Questions about Facial Expressions..., Presented at the 1st Workshop of the EC HUMAINE Network of Excellence on Research on Emotions and Human-Machine Interaction, (Geneva, Switzerland, June 2004)

Web Site

- [68] Analyzing Facial Expressions in Three Dimensional Space
http://www.cs.binghamton.edu/~lijun/Research/3DFE/3DFE_Analysis.html
- [18] Facial Action Coding System Affect Interpretation Dictionary (FACSAID)
<http://face-and-emotion.com/dataface/facsaid/description.jsp>
- [2] Emotion-American Psychological Association
<http://www.apa.org/ed/precollege/topss/lessons/emotion.pdf>
- [16] Συναίσθημα, <http://en.wikipedia.org/wiki/Emotion>
- [11] Τμήμα Ψυχολογίας, Σχολή Κοινωνικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Κρήτης,
<http://www.soc.uoc.gr/psycho/>
- [12] Η επικοινωνία
http://users.sch.gr/tsakarak/?page_id=18
- iCat: an Affective Game Buddy Based on Anticipatory Mechanisms (Short Paper)
http://jmvidal.cse.sc.edu/library/AAMAS-08/proceedings/pdf/paper/AAMAS08_0246.pdf
- [13] Wikipedia.
- [30] 'FEELTRACE': AN INSTRUMENT FOR RECORDING PERCEIVED EMOTION IN REAL TIME
<http://www.dfki.de/~schroed/articles/cowieetal2000.pdf>
- [31] http://homepage.psy.utexas.edu/homepage/class/Psy301/Brown/Lecture%20Notes/Exam%204%20Notes/Emotion/Emotion_Lecture_files/frame.htm
- [32] http://www.psychwiki.com/wiki/The_Schachter-Singer_Theory_of_Emotion
- [33] <http://www.cs.cmu.edu/~face/facs.htm>
- [34] <http://xface.fbk.eu/>
- [35] Incorporating Emotions and Personality in Artificial Intelligence Software
<http://www.kaaj.com/psych/ai.html>

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ