

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών *Εφαρμοσμένη
Πληροφορική της Υγείας και Τηλεϊατρική*

Μεταπτυχιακή Διατριβή



Εφαρμογή Αναγνώρισης Συναισθηματικής κατάστασης
για την Παρακολούθηση της Άνοιας

Κωνσταντία Πιερίδου

Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Ηλίας Μαγκλογιάννης

Μάιος 2020

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών *Εφαρμοσμένη
Πληροφορική της Υγείας και Τηλεϊατρική***

Μεταπτυχιακή Διατριβή

**Εφαρμογή Αναγνώρισης Συναισθηματικής κατάστασης για
την Παρακολούθηση της Άνοιας**

Κωνσταντία Πιερίδου

Επιβλέπων Καθηγητής

Δρ. Ηλίας Μαγκλογιάννης

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών
Στην Εφαρμοσμένη Πληροφορική της Υγείας και Τηλεϊατρική
από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών
του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Μάιος 2020

Περίληψη

Η νόσος Άλτσχαιμερ είναι μια εκφυλιστική νόσος χωρίς προβλεπόμενη θεραπεία που επηρεάζει όλο και περισσότερους ανθρώπους κάθε χρόνο ανά το παγκόσμιο. Η συμπτωματολογία της νόσου είναι ιδιαίτερα περίπλοκη με πολλές προκλήσεις τόσο για τους νοσούντες όσο και για όσους λαμβάνουν μέρος στη φροντίδα τους. Η ικανότητα αναγνώρισης συναισθημάτων είναι μία από τις επηρεαζόμενες λειτουργίες που φέρει αρνητικές επιπτώσεις στην καθημερινότητα των ατόμων με νόσο Άλτσχαιμερ αφού δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν τη συναισθηματική κατάσταση των άλλων ανθρώπων από την έκφραση του προσώπου, τις κινήσεις του σώματος και τις φωνητικές διακυμάνσεις αλλά και να επικοινωνήσουν τα δικά τους συναισθήματα. Παρόλα αυτά, η συναισθηματική έκφραση είναι μία διαφανής διαδικασία που μπορεί να μετρηθεί με την μέχρι σήμερα προηγμένη τεχνολογία.

Πέραν της αναγνώρισης συναισθημάτων μέσω του προσώπου και της ομιλίας, η κίνηση στο σώμα, ο βηματισμός, τα βιοσήματα, αντικατοπτρίζουν και αυτά τον συναισθηματικό κόσμο του ανθρώπου. Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική ενός συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων που λειτουργεί σε πραγματικό χρόνο και μπορεί να ενσωματωθεί σε συστήματα τηλεϊατρικής. Χρησιμοποιείται η τεχνολογία και τα αλγοριθμικά συστήματα της Affectiva Afdex παράλληλα με την βάση δεδομένων iMotions™.

Το προτεινόμενο σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων σχεδιάστηκε λαμβάνοντας υπόψη τον πολυδιάστατο τρόπο έκφρασης συναισθημάτων του ανθρώπου, της ανάγκης για αποτελεσματικότερη επικοινωνία του χρήστη με νόσο Άλτσχαιμερ, όπως και της ανάγκης για ενσωμάτωση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων με α συστήματα τηλεϊατρικής. Η εφαρμογή του προτεινόμενου συστήματος αναμένεται να συμβάλει σημαντικά στην τηλεϊατρική και στην ποιότητα ζωής των ατόμων με νόσο Άλτσχαιμερ.

Summary

Alzheimer disease is a neurodegenerative brain disorder with no known cure. Every year the number of people diagnosed with the disease are increasing worldwide. The symptoms of the disease are particularly complex with many challenges for both the patients and their supports. The ability to recognize emotions is one of the functions affected by Alzheimer disease and has a negative impact on the daily lives of people with Alzheimer disease. Not only they find it difficult to recognize other people's emotional state from facial expressions, body movements and vocal variations, they are unable to communicate their own emotions.

However, emotional recognition is a transparent process that can be measured by advanced technology. Apart from recognizing emotions through facial expressions and speech, emotion recognition can be achieved by examining body movement, gait, and biomarkers, which reflect the human emotional world.

This postgraduate dissertation presents the design of a real-time emotion recognition system that can be integrated into telemedicine systems. The technology and algorithmic systems of Affectiva Affdex and iMotions™ system are used.

The proposed emotion recognition system was designed by taking into consideration the multidimensionality of emotion recognition of human beings, the necessity of a more efficient way of communication of persons with Alzheimer disease, and the need to integrate emotional recognition systems into telemedicine. The application of the proposed system is expected to have a significant contribution to telemedicine and to the quality of life of persons with Alzheimer disease.

Ευχαριστίες

Στην μητέρα μου Σταυρούλλα που δυστυχώς ήταν η αιτία επιλογής του θέματος της μεταπτυχιακής μου Διατριβής αφού τους τελευταίους 18 μήνες μετά από νοσηλείες, εργαστηριακές και απεικονιστικές εξετάσεις, επισκέψεις σε νευρολόγους και ψυχιάτρους ακόμα δεν είναι ξεκάθαρο αν πρόκειται για κατάθλιψη ή άνοια. Επίσης στην μικρή μου αδερφή Χρυσάνθη και συγγάτοικο μου τότε, για την στήριξη και την φροντίδα της ειδικά σε περιόδους παράδοσης εργασιών και εξετάσεων.

Περιεχόμενα

1.	Εισαγωγή	1
1.1.	Εισαγωγή.....	1
1.1.1.	Σκοπός	5
1.1.2.	Ερευνητικά Ερωτήματα.....	5
1.1.3.	Μεθοδολογία	6
2.	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	8
2.1.	Άνοια.....	8
2.2.	Επιπολασμός της νόσου του Άλτσχαιμερ	9
2.2.1.	Παθολογία της νόσου του Άλτσχαιμερ.....	10
2.2.2.	Ιστορικό της Νόσος του Άλτσχαιμερ.....	11
2.2.3.	Κλινική συμπτωματολογία της νόσου του Άλτσχαιμερ	12
2.2.4.	Στάδια της νόσου Άλτσχαιμερ	13
2.3.	Συναίσθημα.....	14
2.3.1.	Θεωρίες μοντελοποίησης του συναισθήματος	15
2.3.2.	Η θεωρία των Διακριτών Συναισθημάτων του Paul Ekman.....	18
2.3.3.	Η βιολογική πλευρά του συναισθήματος	21
2.4.	Αναγνώριση συναισθημάτων	22
2.4.1.	Βασικές μέθοδοι αναγνώρισης συναισθημάτων.....	22
3.	Βάσεις Δεδομένων και Τεχνολογία Αναγνώρισης Συναισθημάτων	30
3.1.	Εισαγωγή.....	30
3.1.1.	Βάσεις δεδομένων αναγνώρισης συναισθημάτων με εικόνες.....	30
3.1.2.	Βάσεις δεδομένων αναγνώρισης συναισθημάτων με ήχο.....	33
3.1.3.	Βάσεις δεδομένων αναγνώρισης συναισθημάτων με βίντεο.....	35
3.2.	Εφαρμογές Αναγνώρισης Συναισθημάτων.....	36
3.3.	Φορητή Τεχνολογία – Έξυπνες Συσκευές.....	42
4.	Συστήματα Αναγνώρισης Συναισθημάτων	47
4.1.	Εισαγωγή.....	47
4.2.	Ανάγκες που προκύπτουν για τη δημιουργία συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων..	48
4.3.	Προδιαγραφές ενός συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων	49
4.3.1.	Προδιαγραφές συστήματος	50
4.3.2.	Αρχιτεκτονική Συστήματος.....	51
5.	Επίλογος	57
5.1.	Συμπεράσματα και Εισηγήσεις.....	57
6.	Βιβλιογραφία	60

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1. Εισαγωγή

Η Άνοια ή Μείζον Νευρογνωστική Διαταραχή όπως αναφέρεται στο Διαγνωστικό και Στατιστικό Εγχειρίδιο Ψυχικών Διαταραχών(5th ed.; DSM-5, American Psychiatric Association APA 2013) είναι ένας ευρύς όρος αναφερόμενος σε μία ομάδα νευρογνωστικών διαταραχών (Bruno & Ahg 2000: 1, Fratiglioni & Wang 2007: 11, Sherman & Colvin 2018: 361) οι οποίες διαχωρίζονται σε δύο υποκατηγορίες τις ήπιες νευρογνωστικές διαταραχές και τις μείζονες νευρογνωστικές διαταραχές (APA: 2013). Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας το 2015 καταγράφηκαν περίπου 46,8 εκατομμύρια άνθρωποι με άνοια παγκοσμίως. Μέχρι το 2030 αυτός ο αριθμός αναμένεται να διπλασιαστεί στα 74,7 εκατομμύρια και στα 131,5 εκατομμύρια το 2050 (WHO, 2015). Η νευρογνωστική διαταραχή οφειλόμενη στη νόσο του Άλτσχαιμερ (AD), στην οποία θα βασιστεί η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή, είναι η συνηθέστερη και σοβαρότερη μορφή άνοιας και αντιπροσωπεύει το 60 με 80 της εκατό όλων των περιπτώσεων (Coenen 2016: 57). Στην Κύπρο δεν υπάρχουν ακριβή στατιστικά στοιχεία για τον αριθμό των ατόμων που πάσχουν από άνοια ή ειδικότερα από τη νόσο του Άλτσχαιμερ. Δεδομένου όμως ότι το προσδόκιμο ζωής στην Κύπρο είναι από τα υψηλότερα στην Ευρώπη και δεδομένης της συσχέτισης της ηλικίας με την εμφάνιση της άνοιας, αναμένεται ότι το πρόβλημα στα επόμενα χρόνια θα επιδεινωθεί (European Observatory on Health Systems and Policies 2017). Μέχρι σήμερα δεν έχουν οριστικοποιηθεί τα αίτια της νόσου του Άλτσχαιμερ και εξακολουθούν να μην υπάρχουν βιώσιμες θεραπευτικές επιλογές ή οριστικές θεραπείες που θα μπορούσαν να καταπολεμήσουν την νόσο (Graham, Bonito-Oliva, & Sakmar 2017: 413).

Η νόσος του Άλτσχαιμερ χαρακτηρίζεται από προοδευτικές δομικές και χημικές αλλαγές στον εγκέφαλο (Trzepacz et al. 2016: 68, Watson, Bolloby, Blamire, & O'Brien 2016: 529) όπως η συσσώρευση στιβάδων νευρολογικών ινιδίων και αμυλλοειδή πλακών στον εγκέφαλο (Stone 2014:71). Επιπρόσθετα, θεωρείται ως μία περίπλοκη νόσος, λόγω των γενετικών παραγόντων και των περιβαλλοντικών παραγόντων (π.χ. φύλο, ηλικία, καρδιαγγειακοί παράγοντες, κάπνισμα, κατάθλιψη κ.α.) που έχουν καθοριστικό ρόλο και επηρεάζουν άμεσα την πιθανότητα εμφάνισης της νόσου). Πέραν των συμπτωμάτων της παθολογίας του εγκέφαλο, η νόσος του Άλτσχαιμερ παρουσιάζει μία συλλογή συμπτωμάτων που ευθύνεται για τη βαθμιαία απώλεια δεξιοτήτων που απαιτούνται για την εκτέλεση καθημερινών δραστηριοτήτων. Τα συμπτώματα αυτά συμπεριλαμβάνουν κυρίως πτώση της μνήμης, των συλλογιστικών και των επικοινωνιακών λειτουργιών, διαταραχές της προσωπικότητας και του συναισθήματος (Fratiglioni & Qiu 2013: 389, Prince, Bryce, & Albanese 2013: 63, World Health Organization WHO 2015).

Το συναίσθημα, θεωρείται προϋπόθεση ως προς την καθημερινή κοινωνική αλληλεπίδραση του κάθε ανθρώπου. Η αναγνώριση συναισθημάτων αποτελεί βασικό στοιχείο της μη λεκτικής επικοινωνίας αφού η ικανότητα να συμπεραίνουμε τί αισθάνονται οι άλλοι μας δίνει τη δυνατότητα να προβλέψουμε γεγονότα, να ανταποκριθούμε κατάλληλα, να αποφύγουμε συγκρούσεις και να ρυθμίσουμε τα συναισθήματα μας (Brüne, Brüne-Cohrs 2006: 437). Έρευνες έχουν δείξει ότι προβλήματα επικοινωνίας που προκύπτουν, οφείλονται στη δυσκολία αναγνώρισης συναισθημάτων και ως εκ τούτου συμβάλλουν αρνητικά στην διαπροσωπική λειτουργικότητα, μειώνουν το κοινωνικό ενδιαφέρον, μειώνουν την ικανοποίηση για τη ζωή διατηρώντας έτσι μία ψυχοπαθολογική κατάσταση (Ciarrochi, Chan, & Caputi 2000: 539, Shimokawa et al., 2001: 423, Surcinelli, Codispoti, Montebanocci, Rossi, & Baldaro, 2006: 110).

Η δυσκολία της αναγνώρισης συναισθημάτων παρουσιάζεται πιο έντονη κατά την τρίτη ηλικία με ένα ευρύ φάσμα ερευνών να επιβεβαιώνουν ότι η ικανότητα αναγνώρισης συναισθημάτων έχει πτωτική τάση ως προς την ηλικία και τους ηλικιωμένους να δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν τη συναισθηματική κατάσταση άλλων ανθρώπων από την έκφραση του προσώπου, τις κινήσεις του σώματος και τις φωνητικές διακυμάνσεις (Gonçalves et al., 2018: 5270, Ruffman, Henry, Livingstone, & Phillips 2008: 863). Παρόλα

αυτά, εξακολουθούν να υπάρχουν αλληλοσυγκρουόμενες απόψεις για τα αίτια αυτής της πτωτικής τάσης της ικανότητας αναγνώρισης συναισθημάτων. Διάφορες θεωρίες, υποθέσεις και μοντέλα έχουν αναπτυχθεί στην προσπάθεια τους οι ερευνητές να εξηγήσουν τον μηχανισμό αναγνώρισης συναισθημάτων, όπως για παράδειγμα το μοντέλο πολλαπλών συστημάτων των συναισθημάτων του Ekman (1999: 45) πάνω στο οποίο θα βασιστεί η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή. Στο μοντέλο των πολλαπλών συστημάτων των συναισθημάτων αναφέρεται ότι μοναδικοί νευρωνικοί μηχανισμοί ενεργοποιούν κάθε συναίσθημα και για κάθε συγκεκριμένη έλλειψη συναισθηματικής αναγνώρισης ευθύνονται διακριτά νευριτικά υποστρώματα. Στην προκύπτουσα περίπτωση, η διαδικασία της συναισθηματικής αναγνώρισης βασίζεται σε ένα πολύπλοκο δίκτυο νευρώνων που περιλαμβάνει κυκλώματα τα οποία σχετίζονται με την αίσθηση, την αντίληψη, την κίνηση της μίμησης, της αίσθησης της φυσιολογικής κατάστασης του σώματος, και της κοινωνικής κρίσης (Adolphs: 2002, Preston & de Wall: 2002). Κατά συνέπεια, η οποιαδήποτε διαταραχή στην αναγνώριση συναισθημάτων μπορεί να έχει καταστροφικές επιπτώσεις στις κοινωνικές μας δεξιότητες και στην ανάπτυξη και διατήρηση βασικών κοινωνικών σχέσεων (Greve, Cadieux, & Hale 1995: 75, Sze, Goodkind, Gyurak, & Levenson 2012: 940).

Όπως έχει προαναφερθεί, η αναγνώριση συναισθημάτων επηρεάζεται αρνητικά από ορισμένες μορφές άνοιας και ειδικότερα από τη νόσο του Άλτσχαιμερ's (APA: 2013). Έρευνες που αφορούσαν την αναγνώριση συναισθημάτων χρησιμοποιώντας πρόσωπα ανθρώπων με εκφράσεις διαφόρων συναισθημάτων, είχαν δείξει ότι οι επιδόσεις ασθενών διαγνωσμένων με νόσο του Άλτσχαιμερ ήταν χειρότερες από τις επιδόσεις υγιή συνομήλικων τους στα συναισθήματα λύπης, θυμού, φόβου, έκπληξης, ευτυχίας και αγάπης (Bediou, et al. 2009: 130, Drapeau et al. 2009: 342, Phillips, et al. 2010: 38, Spoletini, et al. 2008: 389, Weiss, et al. 2008: 974). Σε άλλες έρευνες σχετιζόμενες με την νόσο του Άλτσχαιμερ και την συναισθηματική αναγνώριση τα αποτελέσματα ήταν μικτά, δηλαδή σε κάποια συναισθήματα υπήρχαν ελλείμματα (Albert, Cohen, & Koff 1991: 48, Shimokawa et al.: 2003) και σε άλλα συναισθήματα η αναγνώριση ήταν φυσιολογική (Burnham & Hogervorst: 2004, Lavenue et al.: 1999).

Ακριβώς λόγω της ασάφειας στην αναγνώριση συναισθημάτων, τα άτομα με νόσο του Άλτσχαιμερ είναι σωματικά και ψυχικά επιρρεπείς στις αρνητικές επιπτώσεις της

κοινωνικής απομόνωσης και της μοναξιάς (Bath & Deeg, 2005). Κατ' επέκταση, η ικανότητα αναγνώρισης συναισθημάτων όχι μόνο είναι δύσκολη, αλλά απαιτεί μεθόδους και εφαρμογές που θα βοηθήσουν τους πάσχοντες με νόσο του Άλτσχαιμερ να αναγνωρίζουν τα συναισθήματα των φροντιστών και της οικογένειάς τους, αλλά και να αναγνωρίζουν τα δικά τους συναισθήματα, με στόχο να μπορούν να επικοινωνούν καλύτερα και να αποφεύγουν συγκρούσεις με τους γύρω τους διασφαλίζοντας καλύτερη κοινωνική επικοινωνία και καλύτερη ποιότητα ζωής. Η τεχνολογία έχει ήδη πάρει τον κύριο ρόλο στην πρόκληση της αναγνώρισης συναισθημάτων με τρόπους όπως η επεξεργασία σημάτων (signal processing), η επεξεργασία εικόνας (image processing), τεχνητή νοημοσύνη (artificial intelligence), ρομποτική (robotics), αλληλεπίδραση ανθρώπου/υπολογιστή (human computer interaction). Για παράδειγμα, η συναισθηματική αναγνώριση είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τη λειτουργία του προσωπικού ρομπότ SONY AIBO (Singh: 2012), ή μια αυτοματοποιημένη μέθοδο αναγνώρισης συναισθημάτων μέσα από εκφράσεις του προσώπου χρησιμοποιώντας ένα νευρωνικό σύστημα κατηγοριοποίησης (Salmam, Madani, & Kissi: 2018). Ερευνητές της IBM έκαναν αναφορά για μία συσκευή αναγνώρισης συναισθημάτων βασισμένη πάνω στην τεχνολογία του «ποντικιού» (Berger, Akselrod, Gordon, & Cohen: 1986). Οι βασικότεροι τρόποι αναγνώρισης συναισθημάτων που χρησιμοποιούνται από τους ερευνητές επικεντρώνονται στις εκφράσεις του προσώπου, αφού η έκφραση του προσώπου αντιπροσωπεύει το 55% της μη λεκτικής επικοινωνίας και επιτρέπει να κατανοήσουμε την κατάσταση ή το συναίσθημα ενός ατόμου Mehrabian (2008), όπως και στην ανάλυση του προφορικού λόγου (Ark, Dryer, Lu 1999: 818).

Παρά τις προσπάθειες που γίνονται από μέρους των ερευνητών να δώσουν τις καταλληλότερες τεχνολογικές επιλογές ως προς την συναισθηματική αναγνώριση, η τεχνογνωσία σε σχέση με εφαρμογές συναισθηματικής αναγνώρισης είναι περιορισμένη λόγω της πολυπλοκότητας των λειτουργιών που σχετίζονται με τα συναισθήματα. Κατ' επέκταση, η βελτίωση της ποιότητας ζωής των ατόμων διαγνωσμένων με τη νόσο του Άλτσχαιμερ μέσω εφαρμογών που στοχεύουν στην ανίχνευση της συναισθηματικής αναγνώρισης (αναγνώριση συναισθήματος μέσω εκφράσεων του προσώπου, κινήσεων του σώματος, ομιλίας ή μέτρησης φυσιολογικών παραμέτρων) κρίνεται αναγκαία.

1.1.1. Σκοπός

Αντικείμενο της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η υλοποίηση μιας βιβλιογραφικής επισκόπησης για την αναγνώριση της συναισθηματικής κατάστασης μέσω εφαρμογών της τεχνολογίας. Πιο συγκεκριμένα, η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή ερευνά δεδομένα σχετικά με τη συναισθηματική κατάσταση του χρήστη, παρακολουθεί συμπεριφορές, ερευνά θεωρίες, μεθόδους και εφαρμογές συναισθηματικής αναγνώρισης και πώς αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν προς όφελος των ατόμων διαγνωσμένων με νόσο του Άλτσχαιμερ και της Άνοιας γενικότερα. Παράλληλα, δίνονται εισηγήσεις σχετικά με την χρήση συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων και τις πιθανές προκλήσεις που αφορούν την τεχνολογία, σε σχέση με τα άτομα με νόσο του Άλτσχαιμερ και την αναγνώριση συναισθημάτων, στοχεύοντας στην βελτίωση της ποιότητας ζωής των ατόμων που πάσχουν με τη νόσο του Άλτσχαιμερ.

1.1.2. Ερευνητικά Ερωτήματα

Η αναγνώριση συναισθημάτων αποτελεί βασικό στοιχείο της μη λεκτικής επικοινωνίας αφού η ικανότητα να συμπεραίνουμε τί αισθάνονται οι άλλοι μας δίνει τη δυνατότητα να προβλέψουμε γεγονότα, να ανταποκριθούμε κατάλληλα, να αποφύγουμε συγκρούσεις και να ρυθμίσουμε τα συναισθήματά μας (Brune, Brüne-Cohrs 2006: 437). Η οποιαδήποτε διαταραχή στην αναγνώριση συναισθημάτων μπορεί να έχει καταστροφικές επιπτώσεις στις κοινωνικές μας δεξιότητες και στην ανάπτυξη και διατήρηση βασικών κοινωνικών σχέσεων (Greve, Cadieux, & Hal: 1995: 75, Sze, Goodkind, Gyurak, & Levenson, 2012: 940). Παρά τις προσπάθειες που γίνονται από μέρους των ερευνητών να δώσουν τις καταλληλότερες τεχνολογικές επιλογές ως προς την συναισθηματική αναγνώριση, η τεχνογνωσία σε σχέση με εφαρμογές συναισθηματικής αναγνώρισης είναι περιορισμένη λόγω της πολυπλοκότητας των λειτουργιών που σχετίζονται με τα συναισθήματα. Κατ' επέκταση, μέσα από την ανάλυση της υφιστάμενης ερευνητικής βιβλιογραφίας προκύπτουν τα ακόλουθα ερωτήματα ως προς την χρήση εφαρμογών της τεχνολογίας για την ανίχνευση της συναισθηματικής αναγνώρισης (αναγνώριση συναισθήματος μέσω εκφράσεων του προσώπου, κινήσεων του σώματος, ομιλίας ή μέτρησης φυσιολογικών παραμέτρων):

Ερ.1. Πώς μπορούμε να μετρήσουμε τα συναισθήματα με υπολογιστικές τεχνικές;

Ερ.2. Πώς μπορούν τα ευρήματα από τις μετρήσεις να συνδυαστούν με άλλα βιολογικά δεδομένα (όπως βιοσήματα, δραστηριότητα κλπ.);

Ερ.3. Πώς μπορούν να φτιαχτούν παιχνίδια σοβαρού σκοπού (Serious Games) για την μέτρηση των συναισθημάτων;

Ερ.4. Πώς μπορούν να εντοπισθούν παθολογικές καταστάσεις;

Ερ.5. Πώς μπορούν να συνδυαστούν τα παραπάνω με ένα ολοκληρωμένο σύστημα υποστήριξης ανεξάρτητης διαβίωσης (Assist living);

1.1.3. Μεθοδολογία

Για την συλλογή της βιβλιογραφίας έχουν χρησιμοποιηθεί οι βάσεις δεδομένων του PubMed, Google Scholar, Sage, PsychINFO, National Center for Biotechnology Information. Κατά την έρευνα, έχουν χρησιμοποιηθεί οι λέξεις κλειδιά «άνοια, αναγνώριση συναισθημάτων, εφαρμογές, τεχνολογία, IoT» τόσο στην ελληνική όσο και την αγγλική γλώσσα. Οι πληροφορίες που έχουν περισυλλέγει από άρθρα και βιβλία της κάθε βάσης δεδομένων έχουν αναλυθεί και ταξινομηθεί σε κάθε κεφάλαιο ανάλογα. Αρχικά, στην εισαγωγή της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής δίνεται ο ορισμός της Άνοιας με ειδικότερη αναφορά στη νόσο του Άλτσχαιμερ και τα δημογραφικά στοιχεία ανά το παγκόσμιο. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στα συναισθήματα, την συναισθηματική αναγνώριση και τη σημαντικότητα τους στην καθημερινότητα του ανθρώπου και την πτώση της συναισθηματικής αναγνώρισης στους ηλικιωμένους και ειδικότερα στη νόσο του Άλτσχαιμερ. Ακολουθεί αναφορά στην υφιστάμενη τεχνολογία σχετιζόμενη με την μέτρηση αναγνώρισης συναισθημάτων που είναι διαθέσιμη στην ερευνητική κοινότητα και πως αυτή εξυπηρετεί τον στόχο της. Το κεφάλαιο Εισαγωγή κλείνει με τα βασικά ερωτήματα και τον σκοπό της μεταπτυχιακής διατριβής.

Το δεύτερο κεφάλαιο ασχολείται με την βιβλιογραφική από την εισαγωγή δίνοντας (α) ολοκληρωμένη περιγραφή της νόσου του Άλτσχαιμερ ανασκόπηση. Η ανασκόπηση έγινε με θεματική ανάλυση των δημοσιευμένων μελετών όπως αυτή προκύπτει από ιστορικής και φυσιολογικής απόψεως (β) περιγραφή της έννοιας του συναισθήματος και της λειτουργίας της αναγνώρισης συναισθημάτων σε θεωρητικό και φυσιολογικό επίπεδο, θεωρίες αναγνώρισης συναισθημάτων (γ) τρόπους μέτρησης της αναγνώρισης συναισθημάτων, και (δ) περιγραφή υφιστάμενης τεχνολογίας που χρησιμοποιήθηκε ή χρησιμοποιείται για την αναγνώριση συναισθημάτων σε έρευνες και στην αγορά. Τέλος,

στο Τρίτο Κεφάλαιο, η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή ολοκληρώνεται με τα συμπεράσματα και τις εισηγήσεις που έχουν προκύψει από την ανάλυση της βιβλιογραφίας για τις προδιαγραφές ενός συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να βελτιωθεί η ποιότητα ζωής των ατόμων που πάσχουν από τη νόσο του Άλτσχαιμερ.

Κεφάλαιο 2

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1. Άνοια

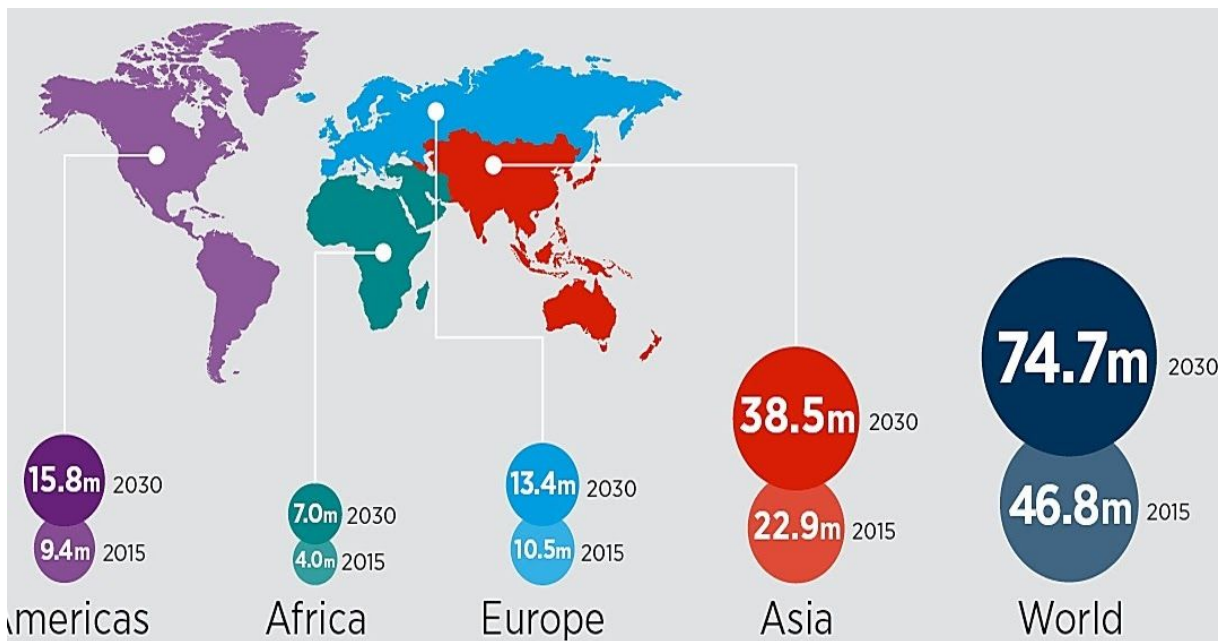
Η Άνοια ή Μείζον Νευρογνωστική Διαταραχή όπως αναφέρεται στο Διαγνωστικό και Στατιστικό Εγχειρίδιο Ψυχικών Διαταραχών(5th ed.; DSM-5; American Psychiatric Association, APA 2013) είναι ένας ευρύς όρος αναφερόμενος σε μία ομάδα νευρογνωστικών διαταραχών (Bruno & Ahg 2000: 11, Fratiglioni & Wang 2007:11, Sherman & Colvin 2018: 361). Στοιχεία από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO, 2019) αναφέρουν ότι το 2015 έχουν διαγνωστεί με Άνοια 47 εκατομμύρια άνθρωποι ανά το παγκόσμιο και προβλέπεται ότι ο αριθμός αυτός θα αυξηθεί σε 75 εκατομμύρια το 2030 και σε 132 εκατομμύρια μέχρι το 2050. Κάθε χρόνο προβλέπεται ότι 9.9 άνθρωποι θα διαγνωστούν με Άνοια και ο αριθμός αυτός μεταφράζεται σε μία νέα περίπτωση Άνοιας ανά τρία δευτερόλεπτα. Οι παράγοντες κινδύνου που ευθύνονται για τη παρουσία Άνοιας ανήκουν στην κατηγορία των περιβαλλοντικών παραγόντων κινδύνου και συμπεριλαμβάνουν κατά κύριο λόγο η ηλικία, ο τρόπος ζωής που ακολουθεί ο κάθε ένας όπως η αδράνεια, η παχυσαρκία, η μη ισορροπημένη διατροφή, το κάπνισμα, το αλκοόλ, ο σακχαρώδης διαβήτης, η υπέρταση, η κατάθλιψη κατά την μέση ηλικία, η κοινωνική απομόνωση και η γνωστική αδράνεια. Επιπρόσθετα, γενετικοί παράγοντες κινδύνου αυξάνουν την πιθανότητα παρουσίας της Άνοιας (Loy, Schofield, Turner, & Kwok 2014: 828). Γενικά, ο γυναικείος πληθυσμός είναι περισσότερο επιρρεπής στην Άνοια από τον ανδρικό πληθυσμό (Prince et al. 2015, WHO 2012).

Η συμπτωματολογία της Άνοιας συμπεριλαμβάνει πρώτιστα, διαταραχές σε γνωστικές λειτουργίες όπως η μνήμη, διαταραχές στην επικοινωνία, τη διάθεση και την συμπεριφορά (Manouilidou, Kordouli, Papanagiotou, Messinis, & Papathanassopoulos

2014: 92). Η διάγνωση της Άνοιας είναι περίπλοκη ειδικά όταν είναι στα αρχικά στάδια και συμπεριλαμβάνει ένα εύρος εκτιμήσεων όπως κλινική, νευρολογική ψυχιατρική, μικροβιολογική, γενετική, νευροαπεικόνιση του εγκεφάλου και άλλες (Μούγιας 2003: 67, Turner et al. 2004: 461). Οι συνηθέστερες μορφές άνοιας είναι η μετωποκροταφική άνοια (frontotemporal dementia), η αγγειακή άνοια (vascular dementia), η άνοια με σώματα Λέβι (dementia with Lewy bodies) και η νόσος Άλτσχαιμερ (Alzheimer disease/AD) που επικεντρώνεται η συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διατριβή.

2.2. Επιπολασμός της νόσου του Άλτσχαιμερ

Η νευρογνωστική διαταραχή οφειλόμενη στη νόσο του Άλτσχαιμερ (AD), είναι η συνηθέστερη και σοβαρότερη μορφή άνοιας και αντιπροσωπεύει το 60 με 80 της εκατό όλων των περιπτώσεων (Coenen 2016: 57). Σε μια συστηματική ανασκόπηση που συμπεριλάμβανε 119 έρευνες ο επιπολασμός της νόσου του Άλτσχαιμερ ήταν 4% μεταξύ των ατόμων που ζούσαν στην κοινότητα και ήταν ηλικίας 60 χρόνων και άνω, με ετήσια συχνότητα 15.8% ανά 1000 ανθρώπινα χρόνια (Fiest, Roberts, Maxwell et al. 2016: 51). Οι εκτιμήσεις των Fiest et al. (2016: 51) ήταν σύμφωνες με τις εκτιμήσεις της συστηματικής ανασκόπησης που δόθηκαν από τον οργανισμό Άλτσχαιμερ Disease International (2015) με επιπολασμό 5.2% ανά το παγκόσμιο για άτομα ηλικίας άνω των 60 χρόνων και συχνότητα 17.3% ανά χίλια ανθρώπινα χρόνια. Το 2015 τα άτομα με Άλτσχαιμερ ανά το παγκόσμιο ανήλθαν στα 46.8 εκατομμύρια και αυτός ο αριθμός αναμένεται να αυξηθεί στα 54 εκατομμύρια το 2020 και 131 εκατομμύρια μέχρι το 2050 (Prince 2015). Στην Κεντρική Ευρώπη ο επιπολασμός κυμαινόταν από 4.7% και 8.7% στην Βόρειο Αμερική και Μέση Ανατολή. Στις Η.Π.Α η νόσος του Άλτσχαιμερ επηρεάζει 5.8 εκατομμύρια ανθρώπους ή 10% του πληθυσμού ηλικίας άνω των 65 (Alzheimer Association: 2019). Ο αριθμός αυτός αναμένεται να αυξηθεί σε 13.8 εκατομμύρια μέχρι το 2050 λόγω της αύξησης του πληθυσμού των ηλικιωμένων, ειδικά των ηλικιών ≥ 85 χρόνων (Prince 2015).



Εικόνα 1. Άτομα που ζουν με Άνοια ανά το παγκόσμιο

2.2.1. Παθολογία της νόσου του Άλτσχαιμερ

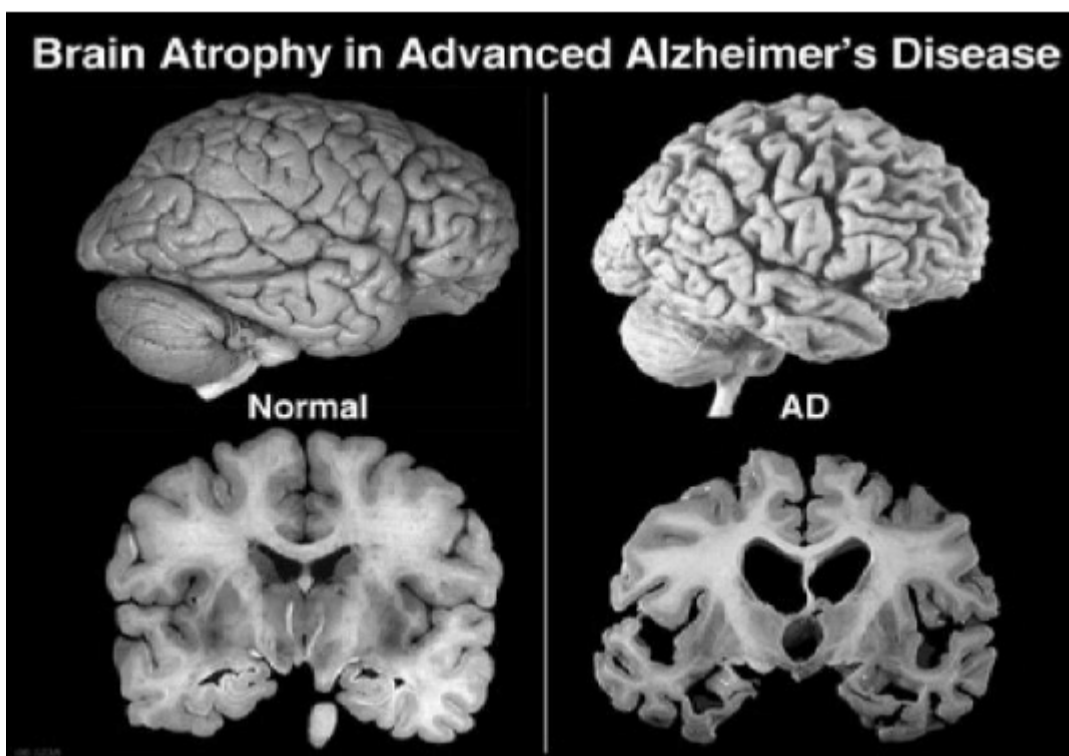
Ο εκφυλισμός των νευρώνων στη νόσου του Άλτσχαιμερ χαρακτηρίζεται από εξω-κυτταρικές β-αμυλοειδή (Αβ) πλάκες, εσω-κυτταρικά νευρομυελικά πλέγματα, νευρωνικό θάνατο και απώλεια συνάψεων (Yankner: 1999). Τα χαρακτηριστικά αυτά συμβάλλουν στη προοδευτική έκπτωση των γνωστικών λειτουργιών αφού επηρεάζουν δομές του εγκεφάλου όπως τον θάλαμο, υποθάλαμο αμυγδαλή και ειδικότερα τον ιππόκαμπο (περιοχές CA1, CA3) του οποίου 80% των νευρώνων πεθαίνουν κατά τη διάρκεια της νόσου του Άλτσχαιμερ (Kocahan & Doğan 2017: 1).

Ο ερευνητικός κόσμος στην προσπάθεια του να εξηγήσει τις αιτίες της νόσου του Άλτσχαιμερ κατέληξε σε διάφορες υποθέσεις όπως η συσσώρευση της Αβ-αμυλοειδούς πρωτεΐνης, η υπόθεση της Αβ-ολιγομερούς (Αβ-αμυλοειδές συγγενείς), ανωμαλία στα επίπεδα του Ca^{2+} , η υπόθεση του λυσοσώματος, και η υπόθεση της πρωτεΐνης τ . Ακολούθως, περιγράφονται οι επικρατέστερες από αυτές.

Αβ-Αμυλοειδούς πρωτεΐνη. Η υπόθεση της Αβ-αμυλοειδούς πρωτεΐνης θέτει ότι για την παθολογία της νόσου του Άλτσχαιμερ ευθύνονται συσσωρεύσεις του πεπτιδίου Αβ και αμυλοειδείς πλάκες, νευρομυελικά πλέγματα, νευρωνικός θάνατος και απώλεια συνάψεων (Blennow, de Leon, Zetterberg 2006: 387, Sheng, Sabatini, & Südhof 2012). Σε απεικονίσεις του εγκεφάλου διαφανεί ότι οι πλάκες δημιουργούνται με ταχύτατο ρυθμό μέσα σε ένα εικοσιτετράωρο, οι δεντρίτες παραπλεύρως των πλακών

παρουσιάζουν οίδημα μέσα σε μία εβδομάδα και γενικά παρουσιάζεται δυσλειτουργία των νευρωνικών δομών σε περιοχές γειτονικές των Αβ-πλακών (Meyer-Luehmann et al. 2008: 720, Spires-Jones & Knafo 2012: 319836) και λειτουργικές ανωμαλίες.

Πρωτεΐνη τ. Η υπόθεση της πρωτεΐνης τ, όπως και η τ-φωσφοριλάση, θέτει ότι η συσσώρευση της στον εγκέφαλο συμβάλει στη δημιουργία νευρωνοδιακών πλεγμάτων (Wood, Mirra, Pollock, & Binder 1986: 4040, Cárdenas, Ardiles, Barraza, Baéz-Matus, & Caviedes 2012: 645). Η υπερφωσφορίαση ορισμένων αμινοξέων στην πρωτεΐνη τ διαταράσσει την μεταφορά των πρωτεϊνών στους νευρώνες με αποτέλεσμα αυτοί να μην τροφοδοτούνται και να πεθαίνουν (Noble, Pooler, & Hanger 2011: 797) και έτσι να προκύπτει σταδιακά η συμπτωματολογία της νόσου του Άλτσχαιμερ.



Εικόνα 2. Ατροφία του εγκεφάλου σε προχωρημένο στάδιο της νόσου Άλτσχαιμερ

2.2.2. Ιστορικό της Νόσου του Άλτσχαιμερ

Αναφορές στη νόσο του Άλτσχαιμερ (AD) έγιναν αρχικά το 1907 από τον ψυχίατρο και νευροπαθολόγο Δρ. Αλοΐσιο Άλτσχαιμερ μετά από μία μελέτη περίπτωσης της 51-χρονης ασθενούς του August D, η οποία νοσηλευόταν για ψυχιατρικά προβλήματα και προβλήματα μνήμης. Μετά το θάνατο της ασθενούς και κατά την αυτοψία της, αποκαλύφθηκαν μεγάλες ποσότητες από νευριτικές πλάκες και νευροϊνδιακά πλέγματα

στον εγκέφαλο (Maurer, Volk, & Gerbaldo, 1997: 1546). Μετά από τουλάχιστον εκατό χρόνια ερευνητικού έργου η επιστήμη έχει αναδείξει ότι οι λεγόμενες πλάκες, οι εξωκυτταρικές συγκεντρώσεις των Αβ-αμυλοειδή πεπτιδίων, τα νευροϊνιδιακά πλέγματα (neurofibrillary tangles, NFTs) και τα ενδονευρονικά ινίδια τα οποία αποτελούνται από μη φυσιολογική συσσώρευση της πρωτεΐνης «τ» (tau), παραμένουν ως τα κύρια συμπτώματα της νευροπαθολογικής διάγνωσης της AD (Hyman et al.,: 2012, Garrett & Valle 2016: 239).

Βέβαια, αναφορές στη νόσο Άλτσχαιμερ και στην άνοια γενικά έχουν γίνει από πολύ πιο παλιά. Συγκεκριμένα, αναφορά στην νόσο είναι αυτή του πάπυρου του Ebers, όπου περιγράφονται αρκετά από τα συμπτώματα που συναντούμε σήμερα στην άνοια («το χάσιμο του νου», «ξεχνάμε σε μεγάλη ηλικία») παρά το γεγονός ότι δεν χρησιμοποιείται ο συγκεκριμένος όρος. Παρόμοιες αναφορές βρίσκονται και στον πάπυρος του Edwin (1700 π.Χ) του οποίου η συγγραφή βασίστηκε σε κείμενο του 3000 π.Χ. περίπου (Καραπέτσας & Μανδράκης 2019: 16). Στον όρο «άνοια» αναφέρθηκαν επίσης και συγγραφείς όπως ο Όμηρος, ο Αναξαγόρας, ο Ιπποκράτης, ο Πλάτωνας, ο Αριστοτέλης. Εκείνος όμως που έκανε ξεκάθαρη αναφορά στον όρο «άνοια» και περιέγραψε τη νόσο ως νόσο για πρώτη φορά ήταν ο Γαληνός ο οποίος έζησε τον 2^ο αιώνα μ.Χ. Κατά το Γαληνό η άνοια έχει άμεση σχέση με τους χυμούς που υπάρχουν στον εγκέφαλο. Όταν οι χυμοί του εγκεφάλου είναι ψυχροί, αναφέρει, τότε ο άρρωστος παρουσιάζει συμπτώματα αναισθησίας, ακινησίας και απραξίας. Όταν οι χυμοί του εγκεφάλου είναι θερμοί, τότε ο άρρωστος παρουσιάζει ευκινησία στο σώμα και βλάβη στο λογισμό (Καραπέτσας & Μανδράκης 2019: 16).

2.2.3. Κλινική συμπτωματολογία της νόσου του Άλτσχαιμερ

Όπως έχει προαναφερθεί, η νόσος του Άλτσχαιμερ επηρεάζει βασικές γνωστικές λειτουργίες με την μνήμη να προηγείται στην συμπτωματολογία της νόσου (Trzepacz et al. 2016: 68, Watson, Bolloby, Blamire, & O'Brien 2016: 529). Αρχικά, το άτομο με νόσο Άλτσχαιμερ παρουσιάζει διαταραχή στην βραχύχρονη μνήμη, δηλαδή, δυσκολεύεται να ανακαλέσει γεγονότα τα οποία έγιναν πρόσφατα, ενώ πληροφορίες που έχουν απομνημονευθεί στη μακρόχρονη μνήμη δεν επηρεάζονται ιδιαίτερα. Δηλαδή, γεγονότα που έγιναν στο παρελθόν διατηρούνται για πολύ περισσότερο στην μνήμη (Wagner et al. 2012: 379). Άλλες γνωστικές λειτουργίες όπως η συγκέντρωση, η προσοχή και ο

προσανατολισμός στο χώρο και στο χρόνο που διαταράσσονται από την νόσο του Άλτσχαιμερ επηρεάζουν αρνητικά την καθημερινότητα των ατόμων με νόσο του Άλτσχαιμερ (Bruno et al. 2000: 11). Για παράδειγμα, το άτομο με νόσο του Άλτσχαιμερ ξαχνά γνωστά πρόσωπα, χάνεται ακόμη και σε γνωστά του μέρη και δυσκολεύεται να πάρει ακόμη και απλές αποφάσεις. Στην κλινική συμπτωματολογία της νόσου του Άλτσχαιμερ συγκαταλέγεται και η διαταραχή στην επικοινωνία ειδικά στην έκφραση και κατανόηση. Το άτομο με νόσο του Άλτσχαιμερ δυσκολεύεται να εντοπίσει το κατάλληλο λεξιλόγιο, αναγκάζεται να αντικαταστήσει λέξεις ή ακόμη και να δημιουργήσει δικές του στην προσπάθεια να εκφράσει τις ανάγκες του. Η διαταραχή στην επικοινωνία είναι σταδιακή όπως και οι προαναφερόμενες γνωστικές λειτουργίες. Η σοβαρότητα της κλινικής συμπτωματολογίας της νόσου του Άλτσχαιμερ παρουσιάζεται διαφορετικά στο κάθε άτομο και διακρίνεται σε τρία στάδια: το πρώιμο, το μεταγενέστερο και το τελικό στάδιο τα οποία περιγράφονται αναλυτικότερα πιο κάτω.

2.2.4. Στάδια της νόσου Άλτσχαιμερ

Η νόσος Άλτσχαιμερ διακρίνεται σε τρία στάδια/μορφές ανάλογα με την σοβαρότητα των συμπτωμάτων που εμφανίζονται σε κάθε άτομο και έχουν ως ακολούθως:

Πρώιμο στάδιο/Ήπια μορφή. Στο άτομο με νόσο Άλτσχαιμερ πρωτοεμφανίζονται διαταραχές σε γνωστικές λειτουργίες όπως την μνήμη (ρωτά συνέχεια τα ίδια πράγματα, ξαχνά που έχει βάλει τα πράγματα του, τα βάζει σε λάθος θέσεις), την προσοχή, προοδευτική επιδείνωση στον προσανατολισμό στο χρόνο και στο χώρο (Nold 2005). Τα άτομα με νόσο Άλτσχαιμερ εμφανίζουν καταθλιπτική συμπεριφορά παρά το γεγονός ότι μπορεί να λειτουργούν ανεξάρτητα, όμως οι δυσκολίες στις καθημερινές τους δεξιότητες και χειρισμούς καθημερινών καταστάσεων είναι εμφανή (APA 2013, Ελληνική Εταιρεία Νόσου Άλτσχαιμερ και Συναφών Διαταραχών, 2016). Επιπρόσθετα, παρουσιάζονται γλωσσικές διαταραχές που σχετίζονται άμεσα με την πτώση στη λειτουργία της μνήμης. Συγκεκριμένα ένα άτομο με νόσο του Άλτσχαιμερ αντιμετωπίζει δυσκολίες στην ευφράδεια λόγου και στην ανάπτυξη περίπλοκων συζητήσεων (Kempfer 1995: 98), όπως και στη σημασιολογία, δηλαδή, δυσκολεύεται να βρει συγκεκριμένες λέξεις και δημιουργεί νέες λέξεις προς αντικατάσταση αυτών που έχει ξεχάσει (Nold 2005).

Μεταγενέστερο στάδιο/Μέτρια μορφή. Στο μεταγενέστερο στάδιο τα συμπτώματα επιδεινώνονται με τις γνωστικές και επικοινωνιακές λειτουργίες να υποφέρουν την μεγαλύτερη πτώση. Το άτομο με νόσο του Άλτσχαιμερ δυσκολεύεται να αναγνωρίσει

οικεία πρόσωπα, να φροντίσει τον εαυτό του και να ασχοληθεί με απλές δραστηριότητες της καθημερινότητας όπως φαγητό, ντύσιμο, τουαλέτα. Κοινωνικά αποσύρεται και εμφανίζει αλλαγές στην προσωπικότητα και την συμπεριφορά όπως ευερεθιστότητα, καχυποψία με τους οικείους του. Όσον αφορά την αίσθηση του χρόνου και του προσανατολισμού, το άτομο με νότο του Άλτσχαιμερ δυσκολεύεται πλέον να μετακινηθεί ανεξάρτητα, χάνεται πολύ εύκολα ακόμα και μέσα στο ίδιο του το σπίτι (Lyketsos et al. 2011: 532). Η λεκτική επικοινωνία είναι ιδιαίτερα δύσκολη αφού δεν υπάρχει συνοχή στον προφορικό λόγο, και δυσκολεύονται να δημιουργήσουν προτάσεις ή να εμπλακούν σε συζητήσεις (Kempner 1995: 98)

Τελικό στάδιο/Σοβαρή μορφή. Στο τελικό στάδιο η πτώση των γνωστικών λειτουργιών έχει φτάσει σε τέτοιο βαθμό που το άτομο με νόσο του Άλτσχαιμερ αδυνατεί να αναγνωρίσει τον εαυτό του και τα πρόσωπα της οικογένειάς του. Η επικοινωνία είναι σχεδόν αδύνατη με περιορισμένο λεξιλόγιο και ακατανόητο. Επίσης, το άτομο με νόσο του Άλτσχαιμερ αδυνατεί να εκτελέσει βασικές δεξιότητες όπως περπάτημα, λήψη τροφής, αυτοεξυπηρέτηση. Στο στάδιο αυτό η φροντίδα σε εξειδικευμένες μονάδες είναι ιδιαίτερα σημαντική καθότι το άτομο με νόσο του Άλτσχαιμερ καταλήγει σε κώμα και θάνατο λόγω του αδύναμου ανοσοποιητικού συστήματος του (Braak & Tredici 2012: 227, Dassa & Amir 2014: 131).

2.3. Συναίσθημα

Το συναίσθημα είναι ο τρόπος με τον οποίο ο οργανισμός μας ανταποκρίνεται σε εξωτερικά ή εσωτερικά γεγονότα σε σχέση με τον χαρακτήρα, τα βιώματα και τις εμπειρίες μας και που μας οδηγεί σε μια ευχάριστη ή δυσάρεστη κατάσταση (Scherer 2005: 693). Κατά την Fredrickson (1998: 300) το συναίσθημα είναι μια «πολυσύνθετη αντιδραστική τάση ως προς κάποιο ερέθισμα και εκδηλώνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα.

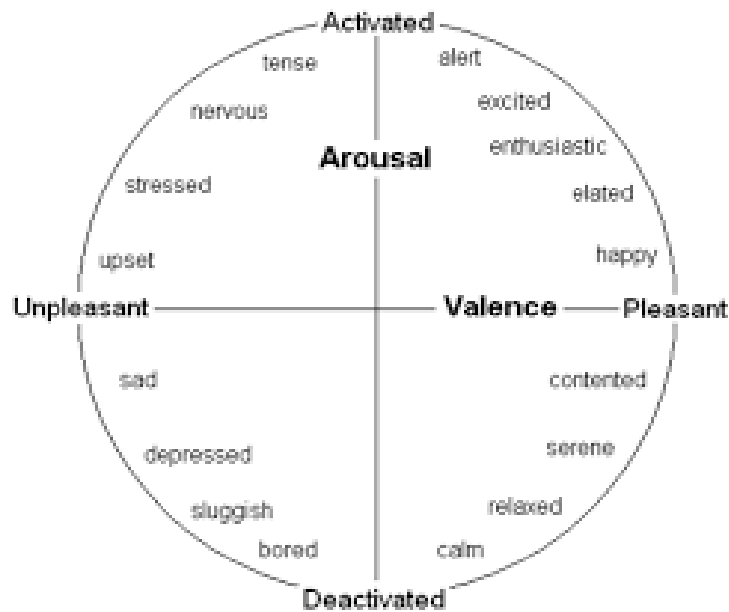
Το συναίσθημα αποτελεί σημαντικό στοιχείο της ύπαρξης μας αφού συμβάλλει σε γνωστικές λειτουργίες όπως η αντίληψη, η μνήμη, η προσοχή και η μάθηση. Το συναίσθημα είναι μια σύνθετη και πολυδιάστατη έννοια και παράλληλα περίπλοκη διαδικασία της οποίας τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα αποτελούν (α) την αξιολόγηση ερεθισμάτων στο περιβάλλον, (β) τις αντιδράσεις των νευρώνων και των συναφών ψυχοβιολογικών αντιδράσεων, (γ) τις εναλλαγές στην έκφραση και (δ) τις ενέργειες μας

(Adolphs 2017: 24). Αναλυτικότερα, η αξιολόγηση ερεθισμάτων στο περιβάλλον αποτελεί την γνωστική αξιολόγηση και εκτίμηση των γεγονότων τα οποία προκάλεσαν το συναίσθημα. Οι αντιδράσεις των νευρώνων και των συναφών ψυχοβιολογικών αντιδράσεων είναι η φυσιολογία της συναισθηματικής εμπειρίας, η αντίληψη και κατανόηση του συναισθήματος μέσα από το νευρικό σύστημα. Οι εναλλαγές στην έκφραση του προσώπου και στη φωνή είναι οι βασικότερες συμπεριφορές που δηλώνουν την παρουσία συναισθήματος. Οι ενέργειες μας, αφορούν τη ανάλογη συμπεριφορά που παρουσιάζουμε ως προς το συναίσθημα που έχουμε βιώσει (Scherer 2005: 693).

Οι βασικές ιδιότητες των συναισθημάτων είναι η ένταση, η διάρκεια και η ποιότητα. Η ένταση αφορά το βαθμό που αισθανόμαστε το συναίσθημα που κυμαίνεται από έντονο, μέχρι και ελάχιστο. Η διάρκεια αφορά το χρόνο που διαρκεί το συναίσθημα και που μπορεί να διαρκέσει για λίγο χρόνο ή να είναι μεγάλης διάρκειας. Η ποιότητα συνδέεται με το είδος της συναισθηματικής κατάστασης που δημιουργείται και συμπεριλαμβάνει το θετικό και αρνητικό συναίσθημα (Κακαβούλης 1997).

2.3.1. Θεωρίες μοντελοποίησης του συναισθήματος

Το θεωρητικό υπόβαθρο του συναισθήματος βασίζεται σε δύο κύριες απόψεις. Η πρώτη, η θεωρία των βασικών διακριτών συναισθημάτων, αντιλαμβάνεται στο συναίσθημα ως ξεχωριστή και ανεξάρτητη οντότητα και το καθένα είναι ανεξάρτητο χωρίς να επηρεάζεται το ένα από το άλλο, με τη δική του λειτουργία και τη δική του δομή (Ekman: 1999). Η δεύτερη, η θεωρία των συναισθημάτων ως σημεία σε διπολικούς άξονες, προτάθηκε αρχικά από τον Russel (Mayne & Ramsey: 2001) και τοποθετεί τα συναισθήματα σε αξονικές βαθμίδες. Στη συνέχεια μετεξελίχτηκε σε τριπολικό και αξιολογεί το συναίσθημα με βαθμίδες.



Σχήμα 1. Circumflex model of affect του Russel

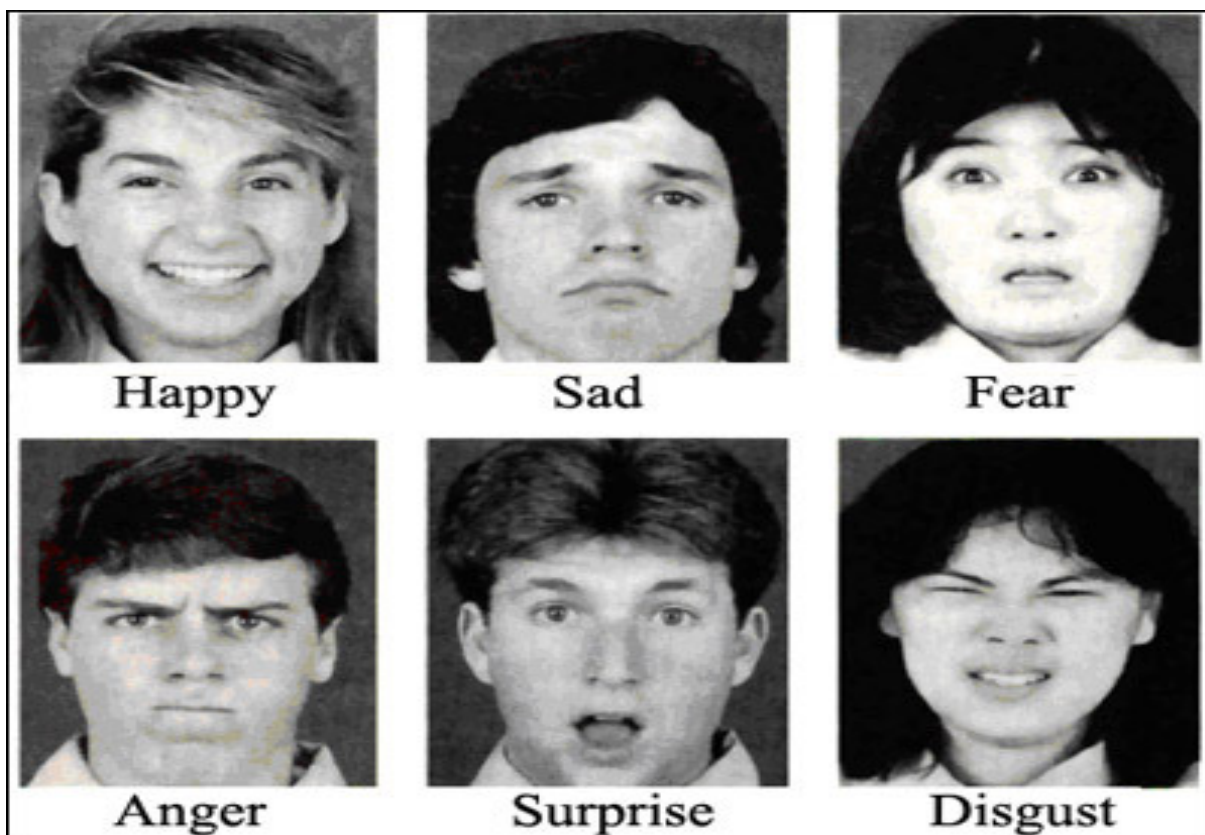
Η Θεωρία των Βασικών Διακριτών Συναισθημάτων

Η θεωρία των βασικών Διακριτών Συναισθημάτων ξεχωρίζει ορισμένα βασικά συναισθήματα σε διακριτά, κοινά και που τα μοιράζονται όλοι οι άνθρωποι ανά το παγκόσμιο. Το κάθε ένα από αυτά τα βασικά συναισθήματα έχει μοναδικό φυσιολογικό τρόπο που εκφράζεται βιολογικά, συμπεριφορικά και γνωστικά. Όλα τα άλλα συναισθήματα είναι σύνθετα γιατί προκύπτουν από τη μίξη των βασικών συναισθημάτων (Ekman 1999: 45). Η θεωρία των βασικών διακριτών συναισθημάτων βασίζεται πάνω σε πέντε σημεία (Izard 1993: 68)

1. Τα συναισθήματα είναι το κύριο σύστημα για την κινητοποίηση του οργανισμού
2. Ξεχωριστές λειτουργίες, ξεχωριστό συναίσθημα
3. Το συναίσθημα και η συμπεριφορά συνδέονται νωρίς και η σύνδεση είναι σταθερή.
4. Τα συστήματα συναισθημάτων ευθύνονται για την ανάπτυξη της συμπεριφοράς λόγω της κινητοποίησης που προσφέρουν.
5. Οι ατομικοί παράγοντες που συμβάλλουν στην ενεργοποίηση και την εμπειρία των συναισθημάτων είναι σημαντικοί προς τα χαρακτηριστικά της προσωπικότητας.

Βάσει της θεωρίας των βασικών διακριτών συναισθημάτων το συναίσθημα προσδιορίζεται και οριστικοποιείται μέσα από τρία στοιχεία, (α) το νευρολογικό που συμπεριλαμβάνει την νευρολογική δραστηριότητα στον εγκέφαλο η οποία ενεργοποιείται με μοναδικό τρόπο για το κάθε βασικό συναίσθημα ξεχωριστά, (β) το

εκφραστικό που συμπεριλαμβάνει την ενεργοποίηση του περιφερικού συστήματος με έμφαση στην μυϊκή ενεργοποίηση και (γ) το βιωματικό που αναφέρεται στην αίσθηση του συναισθήματος.



Εικόνα 3. Τα βασικά διακριτά συναισθήματα (Ekman: 1999)

Το συνεχές μοντέλο συναισθημάτων

Το διπολικό μοντέλο του Russel (Mayne & Ramsey: 2001) αρχικά αφορούσε δύο άξονες, το σθένος και την διέγερση. Στην συνέχεια, στο μοντέλο προστέθηκε και τρίτη διάσταση τοποθετώντας τα συναισθήματα σε τρεις άξονες που σχετίζονται με το βαθμό και το βάρος του συναισθήματος που δίνουν οι άνθρωποι στο συναίσθημα. Η τελική αυτή τριάδα χρησιμοποιείται ευρέως στον ερευνητικό κόσμο και είναι «σθένος-διέγερση-επικράτηση (valence-arousal-dominance). Ο άξονας σθένος μετρά το επίπεδο ικανοποίησης που προκύπτει από ένα συγκεκριμένο ερέθισμα και μεταφράζεται ως «καλό» συναίσθημα (χαρούμενος, ικανοποιημένος, ευτυχισμένος) και «κακό» συναίσθημα (θυμωμένος, απογοητευμένος, αγχωμένος). Ο άξονας διέγερση αναφέρεται στην φυσιολογική αντίδραση που έχει το ανθρώπινο σώμα σε ένα ερέθισμα και οι τιμές του μεταφράζονται ως υψηλή διέγερση και χαμηλή διέγερση. Ο άξονας επικράτηση

αναφέρεται στον έλεγχο των συναισθημάτων του ατόμου. Δηλαδή, αν το άτομο ελέγχει τα συναισθήματα του ή αν τα συναισθήματα του τον κατακλύζουν. Οι τιμές του άξονα *επικράτηση* μεταφράζονται ως το να χάνει τον έλεγχο (submissive) ή να είναι κυρίαρχος (dominant) κάποιος.

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή έχει βασιστεί πάνω στη θεωρία των Βασικών Διακριτών Συναισθημάτων.

2.3.2. Η Θεωρία των Διακριτών Συναισθημάτων του Paul Ekman

Ο Ekman (1999: 45) επηρεασμένος από αναφορές του Δαρβίνου για την έκφραση των συναισθημάτων στους ανθρώπους και στα ζώα, όπως και από την θεωρία των βασικών διακριτών συναισθημάτων, στη θεωρία του, περιέγραψε τα συναισθήματα ως φυσιολογικά ευδιάκριτα και παγκοσμίως αναγνωρισμένα, ανεξάρτητα από το κοινωνικό υπόβαθρο και ότι ελέγχονται από βιολογικούς μηχανισμούς που λειτουργούν υποσυνείδητα (Ekman: 1971, 1992). Μία ερμηνεία της προσέγγισης της θεωρίας των συναισθημάτων του Ekman είναι ότι τα συναισθήματα είναι δύσκολο να εντοπιστούν και να προσδιοριστούν. Αν όμως τα βρούμε ή αν τα βλέπουμε οπουδήποτε, είναι σίγουρα στο πρόσωπο όπου και μπορεί να αναγνωριστεί από τους άλλους. Την άποψη αυτή, ο Ekman την στοιχειοθέτησε μετά που εκτέλεσε μία διαπολιτισμική έρευνα με ιθαγενής της Νέα Γουινέα (Friesen 1971). Συγκεκριμένα, ο Ekman είχε ζητήσει από τους συμμετέχοντες να εξετάσουν και να ταυτοποιήσουν φωτογραφίες ανθρώπων που εξέφραζαν συναίσθημα με φωτογραφίες αντικειμένων που αφορούσαν τον Δυτικό πολιτισμό. Οι επιλογές των κατοίκων της Νέας Γουινέας ήταν παρόμοιες με τις επιλογές που έδωσαν οι συμμετέχοντες στην έρευνα που προέρχονταν από το Δυτικό κόσμο. Βάσει των αποτελεσμάτων της έρευνας αυτής, ο Ekman δημιούργησε ένα κατάλογο κοινών ανά το παγκόσμιο βασικών συναισθημάτων υποστηρίζοντας ότι η έκφραση του προσώπου κάποιων βασικών συναισθημάτων είναι έμφυτη. Ο τρόπος με τον οποίο ο Ekman ερεύνησε τα συναισθήματα κρίθηκε προβληματικός από τον ερευνητικό κόσμο υποστηρίζοντας ότι η έκφραση των συναισθημάτων διαμέσω της έκφρασης του προσώπου επηρεάζεται από ιστορικές και πολιτισμικές παραμέτρους (Philips: 2016). Παρ' όλα αυτά, η μέθοδος που χρησιμοποίησε ο Ekman ήταν καθ' όλα έγκυρη γιατί ο καλύτερος τρόπος μέτρησης και καταγραφής της θεωρίας του είναι να χρησιμοποιηθούν μαυρόασπρες φωτογραφίες προσώπων απογυμνωμένες από πολιτιστικούς

προσδιοριστές όπως το χρώμα, τα μαλλιά, τα τατουάζ και άλλα χαρακτηριστικά, ώστε να κατηγοριοποιηθούν και να ταξινομηθούν οι συναισθηματικές εκφράσεις οι οποίες παραμένουν σταθερές σε κάθε πολιτισμό. Ακριβώς αυτού του τύπου τις φωτογραφίες παρουσίασε ο Ekman στους συμμετέχοντες στην έρευνα του για να εξάγει τα βασικά διακριτά συναισθήματα.

Τα βασικά συναισθήματα αποτελούν μία ομάδα συναισθημάτων χωρίς σκοπιμότητα, χωρίς αντικείμενο και είναι προ-γνωστικά. Ακριβώς επειδή είναι ανεξάρτητα από την γνώση, - αφού δεν απαιτείται η μάθηση, ή περαιτέρω γνώσεις ή τα πιστεύω κάποιου για να τα βιώσουν - θεωρούνται όμοια παγκοσμίως και αμετάβλητα σε όλους τους πολιτισμούς.

Πέραν από τις αμφιβολίες που προέκυψαν σχετικά με την θεωρία του Ekman και τις ιστορικές και πολιτισμικές παραμέτρους της έκφρασης των συναισθημάτων, η θεωρία των βασικών συναισθημάτων δεν έγινε απόλυτα αποδεκτή, με τους Barrett (2009), Fox και άλλους (2009) να αμφισβητούν κατά πόσο οι συναισθηματικές εκφράσεις όπως αυτές παρουσιάζονται από την θεωρία των βασικών συναισθημάτων αντικατοπτρίζουν πραγματικά τις αυθόρμητες συναισθηματικές εκφράσεις των ανθρώπων στην καθημερινότητα τους ή κατά πόσο είναι σύμβολα των συγκεκριμένων εκφράσεων, καταλήγοντας ότι οι συναισθηματικές εκφράσεις δεν αποτελούν αναπόσπαστο μέρος του συναισθήματος και εμφανίζονται μόνο όταν υπάρχει ανάγκη για επικοινωνία (Barrett: 2009).

Τα βασικά διακριτά συναισθήματα

Τα βασικά διακριτά συναισθήματα όπως αναφέρονται από τον Ekman είναι τα ακόλουθα:

Χαρά. Κοινωνική αλληλεπίδραση ευχάριστη προς το άτομο, ενδυναμώνει δεσμούς βοηθά στην συμβάλει στην ευεξία την κατάλυση του άγχους (Haykin 2000).

Λύπη. Η ενσυναίσθηση και η εμπάθεια που χαρακτηρίζουν το συναίσθημα της λύπης συμβάλλουν στην ενδυνάμωση του κοινωνικού δεσμού. Η λύπη εμπεριέχει καταστολή του γνωστικού και κινητικού συστήματος, απόσυρση και περισυλλογή με σκοπό το άτομο να αξιολογήσει και να οργανωθεί καλύτερα για παρόμοιες μελλοντικές καταστάσεις.

Θυμός. Ενεργοποιεί τον οργανισμό σε υψηλά επίπεδα.

Αηδία. Η εμπειρία του συναισθήματος ενισχύει την κοινωνική μάθηση και τι είναι βλαβερό για το άτομο.

Ντροπή. Ενεργοποιούνται συστήματα κοινωνικής συμμόρφωσης και συνοχής που ενισχύουν το άτομο να είναι αυτάρκης.

Φόβος. Ενεργοποιείται για προστασία του ατόμου με κινητοποίηση της απομάκρυνσης και της ανακούφισης (Μπούτρη 2004).

Συναίσθημα και εκφράσεις του προσώπου

Τα διακριτά συναισθήματα, όπως ανέφερε ο Ekman (1999: 45), αναγνωρίζονται από την έκφραση του προσώπου η οποία καθορίζεται από τις μυϊκές συσπάσεις των μυών του προσώπου. Οι μύες του προσώπου έχουν την ικανότητα να συσπώνται με αμεσότητα και συμβάλλουν στη μη λεκτική επικοινωνία. Η κάθε έκφραση του προσώπου ή ακόμη και μία σύνθεση εκφράσεων αναλογεί σε συγκεκριμένο συναίσθημα. Τα έξι βασικά συναισθήματα που προαναφέρθηκαν (Ekman 1999: 45) συνδέονται το κάθε ένα με τις δικές τους εκφράσεις προσώπου και αυτές οι εκφράσεις έχουν κατηγοριοποιηθεί με παρόμοιο τρόπο ανά το παγκόσμιο. Φυσικά, υπάρχουν και σύνθετες εκφράσεις που φαινομενικά δεν ανήκουν στα έξι βασικά συναισθήματα. Όμως, αυτό δεν σημαίνει ότι εκφράζουν ένα διαφορετικό συναίσθημα αφού η ένταση του συναισθήματος, η διάρκεια του συναισθήματος και ο συνδυασμός εκφράσεων για το ίδιο συναίσθημα καθορίζει την έκφραση του προσώπου (Ραουζαίου: 2006). Οι κύριες εκφραστικές περιοχές του προσώπου είναι στα φρύδια, τα μάτια και το στόμα. Για κάθε συναίσθημα από τα έξι βασικά συναισθήματα που έχει κατηγοριοποιήσει ο Ekman (1999: 45) έχουν καθοριστεί και οι κοινές ανά το παγκόσμιο βασικές εκφράσεις προσώπου όπως περιγράφονται στη συνέχεια.

Λύπη: Το συναίσθημα της λύπης καθορίζεται αρχικά από την έκφραση στα φρύδια των οποίων οι εσωτερικές γωνίες κυρτώνουν προς τα πάνω και οι υπόλοιπες εκφράσεις έχουν ξεθωριάσει. Στην περίπτωση που κάποιος είναι πολύ λυπημένος και έτοιμος να κλάψει το στόμα είναι ανοικτό και παίρνει τετράγωνη μορφή, τα μάτια είναι κλειστά και σφιγμένα και το πιγούνι είναι διπλωμένο.

Έκπληξη: Η εκφραστικότητα του προσώπου στην έκπληξη καθορίζεται από τα φρύδια που ανυψώνονται στο μέγιστο. Τα άνω βλέφαρα είναι ανοικτά και το στόμα παίρνει οβάλ σχήμα.

Θυμός: Στο θυμό τα φρύδια είναι κατεβασμένα, τα μάτια ανοικτά με τα άνω βλέφαρα να πιέζονται από τα φρύδια και το στόμα είναι σφικτά κλειστό. Η εκφραστικότητα της έντασης του συναισθήματος του θυμού καθορίζεται από τον βαθμό συμπίεσης των χειλιών, από το εξόγκωμα στο πιγούνι ή το ανοικτό στόμα με τα δόντια να φαίνονται.

Απέχθεια: Η απέχθεια εκφράζεται από πίεση της εσωτερικής γωνίας των φρυδιών και τα βλέφαρα είναι χαλαρωμένα. Τα χείλη παίρνουν σχήμα ασύμμετρο και ανυψωμένο και τα μάτια είναι σχεδόν κλειστά. Όταν η ένταση του συναισθήματος της απέχθειας εξασθενήσει η έκφραση περιορίζεται στο άνω χείλος.

Φόβος: Η εκφραστικότητα του συναισθήματος του φόβου επικεντρώνεται στα μάτια. Όταν τα μάτια και το στόμα είναι ορθάνοικτα τότε το συναίσθημα που εκφράζεται είναι τρόμος. Σε μικρότερης έντασης φόβο, τα μάτια είναι λίγο ανοικτά, τα φρύδια είναι λίγο ανυψωμένα και τα χείλη σφικτά.

Χαρά: Το συναίσθημα της χαράς εκφράζεται με χαλαρωμένα φρύδια, τα άνω βλέφαρα είναι χαμηλωμένα και το στόμα παραμένει κλειστό. Παραλλαγή του συναισθήματα συμπεριλαμβάνει χαμόγελο με ανοικτό ή κλειστό στόμα (Pentland 1999).

2.3.3. Η βιολογική πλευρά του συναισθήματος

Η πηγή των συναισθημάτων τοποθετείται σε περιοχές του εγκεφάλου χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι για την παραγωγή των συναισθημάτων ευθύνεται ένα και μοναδικό νευρικό σύστημα, ούτε και μπορούμε να δώσουμε την ακριβής χρονική στιγμή της παραγωγής ενός συναισθήματος (Dalglish 2004: 583). Η αμυγδαλή είναι η κύρια δομή στον εγκέφαλο που ευθύνεται για το συναίσθημα. Είναι μια ομάδα νευρώνων σε σχήμα αμυγδάλου που βρίσκεται στη βάση του μεταιχμιακού δακτυλίου. Η αμυγδαλή συνδέεται με αρκετά μέρη του εγκεφάλου και σε αυτήν καταλήγουν οι πληροφορίες που προσλαμβάνονται από το περιβάλλον. Μαζί με τον ιππόκαμπο, η αμυγδαλή ευθύνεται για τη λειτουργία της μνήμης. Οι νευρώνες στην αμυγδαλή ενεργοποιούνται μετά από ερεθίσματα που προσλαμβάνονται από τις αισθήσεις. Τα ερεθίσματα που προσλαμβάνονται από το περιβάλλον, οποιασδήποτε μορφής και αν έχουν, μεταβιβάζονται πρώτα στον υποθάλαμο όπου φιλτράρονται και στη συνέχεια διοχετεύονται στις ανάλογες περιοχές στον νεοφλοιό για περαιτέρω επεξεργασία. Αν αυτά τα ερεθίσματα εμπεριέχουν συναίσθημα τότε διοχετεύονται κατευθείαν στην αμυγδαλή για επεξεργασία (Holland & Gallagher 2004: 148).

Στην απουσία της αμυγδαλής ο εγκέφαλος αδυνατεί να αντιληφθεί, να αναγνωρίσει και να επεξεργαστεί ερεθίσματα που αφορούν το συναίσθημα και να κατανοήσει τη συναισθηματική σημασία των πληροφοριών με αποτέλεσμα να επηρεάζονται οι κοινωνικές και διαπροσωπικές σχέσεις του ατόμου. Μελέτες που έχουν χρησιμοποιήσει νευροαπεικονίσεις της αμυγδαλής έχουν δείξει ότι το μέγεθος της αμυγδαλής

σηματοδοτεί και την λειτουργικότητα της. Μία διογκωμένη αμυγδαλή εξ' υπακούει ένα συναισθηματικά και κοινωνικά υγιές άτομο. Σε αντίθεση, μία μικρή σε μέγεθος αμυγδαλή εκδηλώνει την ύπαρξη διαταραχής (π.χ. Ήπια Γνωστική διαταραχή, νόσος του Άλτσχαιμερ, Dolcos et al. 2004: 855).

Όσον αφορά την αναγνώριση των συναισθημάτων, οι ερευνητές που ασχολήθηκαν με το θέμα, είχαν μελετήσει περισσότερο την αναγνώριση συναισθημάτων μέσω της έκφρασης του προσώπου. Οι Chandra et al. (2017) αναφέρουν ότι ο μετωπιαίος λοβός, ο κροταφικός λοβός και η αμυγδαλή αντιδρούν με δυσανάλογο τρόπο στο ερέθισμα ενός προσώπου παρά το γεγονός ότι δεν είναι περιοχές του εγκεφάλου που υποστηρίζουν την λειτουργία της όρασης. Για παράδειγμα, κρίνοντας την ταυτότητα ενός ατόμου, την αξιοπιστία του κ.α., κύριο ρόλο στην αναγνώριση του προσώπου παίρνει η περιοχή του ινιακού λοβού. Όταν είναι να διαχωρίσουμε αντικείμενα από πρόσωπα τότε κύριο ρόλο παίρνει η μετωπιαία περιοχή του εγκεφάλου και περιοχές του εξωτερικού φλοιού του εγκεφάλου. Μια διαδικασία υψηλότερου επιπέδου αναγνώρισης συναισθημάτων μέσω της έκφρασης του προσώπου συμπεριλαμβάνει λειτουργικά και δομικά διακριτές περιοχές του εγκεφάλου. Οι Bruce και Young (1986) ανέφεραν ότι η οποιαδήποτε έκφραση του προσώπου συμβαίνει στο οπτικό σύστημα, οι ανώτερες κροταφικές περιοχές ευθύνονται για το βλέμμα μας και την κίνηση του άνω χείλους, ο ακουστικός φλοιός για την αντίληψη του προ-λεκτικού λόγου, η αμυγδαλή για την αναγνώριση συναισθημάτων και έτσι όλο το γνωστικό σύστημα πλέκεται στην διαδικασία αναγνώρισης.

2.4. Αναγνώριση συναισθημάτων

Κάθε συναίσθημα συνοδεύεται με ορατές αλλαγές ή σήματα που εκδηλώνει το σώμα όπως για παράδειγμα η έκφραση του προσώπου, η μυϊκή ένταση και εσωτερικές διεργασίες του σώματος. Η αναγνώριση συναισθημάτων βασίζεται στις εναλλαγές αυτών των σημάτων που ονομάζονται βασικές μέθοδοι αναγνώρισης συναισθημάτων και συμπεριλαμβάνουν την εικόνα του προσώπου, τον προφορικό λόγο, τον γραπτό λόγο και σήματα της φυσιολογίας του σώματος.

2.4.1. Βασικές μέθοδοι αναγνώρισης συναισθημάτων

Αναγνώριση συναισθημάτων βασισμένη στην έκφραση του προσώπου: Το πρόσωπο είναι ανάμεσα στα πιο συναφή κοινωνικά ερεθίσματα που επικοινωνεί πληροφορίες, σημαντικές για την κοινωνική αλληλεπίδρασή και την επικοινωνία. Συγκεκριμένα, οι εκφράσεις του προσώπου συμβάλλουν σημαντικά στην αναγνώριση των συναισθημάτων και χρησιμοποιούνται στη διαδικασία της μη λεκτικής επικοινωνίας καθώς και στην αναγνώριση ανθρώπων. Συνάμα, οι εκφράσεις του προσώπου λειτουργούν ως δείκτες συναισθημάτων που επιτρέπουν στον άνθρωπο να εκφράσει μία συναισθηματική κατάσταση η οποία γίνεται άμεσα αναγνωρίσιμη (Tarnowski, Kołodziej, Majkowski, & Rak: 2017). Οι εκφράσεις του προσώπου μεταφέρουν πληροφορίες σχετικά με το συναίσθημα που βιώνουμε την προκύπτουσα στιγμή. Με τη σειρά του το συναίσθημα επηρεάζει πώς οι άλλοι μας αντιλαμβάνονται και πώς συμπεριφέρονται προς εμάς (Hendriks & Vingerhoets: 2006; Horstmann: 2003; Seidel, Habel, Kirschner, Gur, & Derntl: 2010). Κατ' επέκταση, η σωστή αναγνώριση του συναισθήματος συνδέεται θετικά με την επιτυχημένη κοινωνική λειτουργία (McGlade, Behan, Hayden, O'Donoghue, Peel, et al.: 2008; Addington, Saeedi, & Addington: 2006; Corden, Critchley, Skuse, & Dolan: 2006) και συνδέεται αρνητικά με την μοναξιά (Engelberg & Sjoberg: 2004).

Αναγνώριση συναισθημάτων μέσω της ομιλίας: Αν και οι αρχικές έρευνες για την αναγνώριση των συναισθημάτων είχαν επικεντρωθεί στις εκφράσεις του προσώπου (Ekman: 1999), τα τελευταία χρόνια οι ερευνητές που ασχολήθηκαν με το θέμα διεύρυναν τους τρόπους της μελέτης αναγνώρισης συναισθημάτων και σε άλλους τομείς όπως οι ποικίλοι τρόποι με τους οποίους ο άνθρωπος επικοινωνεί με τον προφορικό λόγο ή πιο απλά την ομιλία. Η ομιλία είναι ένα ιδιαίτερο και σημαντικό μέσο με το οποίο ο άνθρωπος εκφράζει τα συναισθήματά του (Pan, Chen, & Feng: 2013). Οι κύριες ακουστικές παράμετροι της έκφρασης των συναισθημάτων μέσω της ομιλίας είναι η συχνότητα των ήχων και η διάρκεια τους, η ποιότητα του τόνου της φωνής και η ανάλυση του ήχου (Zhao, Hu, & Liu: 2017). Παρόλα αυτά, το περιεχόμενο της ομιλίας δεν πρέπει να εξετάζεται αυστηρά για να αναγνωρίσουμε καλύτερα τα συναισθήματα των συνομιλητών, που συνεπάγονται την πολύπλοκη κατανόηση της φυσικής γλώσσας.

Αναγνώριση συναισθημάτων μέσω του γραπτού λόγου: Κατά τη διαδικασία της συναισθηματικής αναγνώρισης, η ανάλυση του συναισθήματος κατηγοριοποιείται σε τρία επίπεδα, αυτά των (α) λέξεων, (β) των προτάσεων και (γ) των άρθρων (Pan, Chen, & Feng: 2013). Πιο συγκεκριμένα, (α) η μέθοδος για την ανάλυση λέξεων χρησιμοποιείται

κυρίως για να αναλύσει χαρακτηριστικές λέξεις των συναισθημάτων, να κρίνει την πολικότητα της λέξης βάσει μίας οριακής τιμής (Zhao, Hu, & Liu: 2017) ή να υπολογίσει την λεξικο-σημασιολογική ομοιότητα. (β) Η μέθοδος της ανάλυσης προτάσεων αφορά τη δημιουργία δειγματικών προτάσεων βασιζόμενων σε συναισθηματικές ετικέτες (Stephygraph, Arunkumar, Venkatraman: 2015) και στην αξιολόγηση των λέξεων κατά την ανάλυση, και (γ) η μέθοδος ανάλυσης ενός άρθρου βασίζεται στη συνολική ανάλυση του άρθρου σε σχέση με το συναίσθημα και στην ανάλυση των προτάσεων του. Η συναισθηματική αναγνώριση μέσω του γραπτού λόγου βασίζεται περισσότερο στην επιλογή λέξεων που περιγράφουν το συναίσθημα, παρά το γεγονός ότι η κάθε λέξη πιθανόν να έχει πολλές διαφορετικές ερμηνείες.

Αναγνώριση συναισθημάτων μέσω της στάσης του σώματος: Ο τρόπος που κινούν το σώμα τους οι άνθρωποι εμπεριέχει πλούσιες πληροφορίες που αφορούν το συναίσθημα (Pan et al.: 2013). Όταν η αναγνώριση συναισθημάτων εφαρμόζεται κατά κύριο λόγο μέσα από την ανάλυση της στάσης του σώματος, αυτό γίνεται περισσότερο για να καταγραφούν οι τυπικές στάσεις που παίρνει το σώμα όταν βιώνουμε το κάθε συναίσθημα. Με αυτό τον τρόπο, κάθε στάση που παίρνουμε κρίνεται και συγκρίνεται με τις στάσεις που παίρνει το σώμα όταν βιώνει παρόμοια συναισθήματα (Pan et al.: 2013; Zhao, Hu, & Liu: 2017). Η αναγνώριση των συναισθημάτων μέσα από την κίνηση του σώματος καταγράφεται μέσα από τις πληροφορίες που συλλέγονται από την φυσική κίνηση του σώματος κατά την ώρα του συναισθήματος όπως για παράδειγμα τη διάρκεια και τη συχνότητα της κίνησης του σώματος κατά την ώρα που βιώνεται το συναίσθημα (Zhang et al.: 2016). Πολλές στάσεις ή κινήσεις του σώματος δεν εκφράζουν ξεκάθαρα ένα συναίσθημα όσον αφορά την έκφραση του συναισθήματος, γι' αυτό και η μέθοδος αναγνώρισης συναισθημάτων μέσω της στάσης ή/και κίνησης του σώματος υστερεί σε εγκυρότητα γι' αυτό και πρέπει να διενεργείται χρησιμοποιώντας παράλληλα και άλλου τύπου σήματα (Stephygraph et al.: 2015).

Αναγνώριση συναισθημάτων μέσω φυσιολογικών σημάτων: Οι φυσιολογικές αλλαγές στο ανθρώπινο σώμα δεν ελέγχονται από τον άνθρωπο, κατ' επέκταση όταν χρησιμοποιούμε τα φυσιολογικά σήματα που παράγει το σώμα για την αναγνώριση συναισθημάτων τότε η εγκυρότητα της αναγνώρισης συναισθημάτων είναι πιο αντικειμενική. Οι μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται από το σώμα για να εκφραστεί ένα συναίσθημα συμπεριλαμβάνουν (α) την συναισθηματική αντίληψη η οποία μπορεί να μετρηθεί μέσω του ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος και (β) την φυσιολογική αντίδραση

του συναισθήματος που μπορεί να μετρηθεί μέσω ηλεκτροκαρδιογραφήματος, καρδιακού παλμού, μυοηλεκτρισμού, ηλεκτροδερμικής αντίδρασης, της αναπνοής και της αγγειακής πίεσης. Η συναισθηματική αντίληψη είναι ο κύριος μηχανισμός που παράγει το συναίσθημα και αντικατοπτρίζει τις διάφορες φυσιολογικές αντιδράσεις του εγκεφάλου μέσω του ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος. Το συναίσθημα, λόγω των συγκεκριμένων σημάτων που αποστέλλει μπορεί να αναγνωριστεί μέσω τριών χαρακτηριστικών: του χρονικού, του τομέα της συχνότητας και του τομέα χρόνος-συχνότητα (Pan et al.: 2013; Zhao, Hu, & Liu: 2017). Παρά το γεγονός ότι τα φυσιολογικά σήματα μεταφέρουν ορθές πληροφορίες για τα συναισθήματα, είναι αδύναμα σε ένταση όσον αφορά την μεταφορά των συναισθηματικών πληροφοριών λόγω παρεμβάσεων που πιθανόν να προκύψουν στα μυϊκά συστήματα. Εν κατακλείδι, η μέθοδος αναγνώρισης συναισθημάτων μέσω σημάτων προερχόμενων από την φυσιολογία του σώματος δεν συστήνεται αφού δεν έχει χρησιμοποιηθεί σε περιβάλλοντα άλλα εκτός από τα ερευνητικά εργαστήρια.

Ερευνητές που ασχολήθηκαν με την αναγνώριση συναισθημάτων, προκειμένου να τα κατηγοριοποιήσουν και να δημιουργήσουν βάσεις δεδομένων που θα εξυπηρετούσαν στην αναγνώριση συναισθημάτων χρησιμοποίησαν διάφορα από τα προαναφερόμενα χαρακτηριστικά.

Οι Kim, Bang και Kim (2004) παρουσίασαν ένα σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων χρησιμοποιώντας ως τρόπο αναγνώρισης τα φυσιολογικά σήματα του σώματος και περισυνέλλεξαν δεδομένα μέσω της επιφάνειας του σώματος χρησιμοποιώντας το ηλεκτροκαρδιογράφημα, τη μεταβολή στη θερμοκρασία του δέρματος και την ηλεκτροδερμική δραστηριότητα. Το δείγμα που χρησιμοποίησαν οι ερευνητές συμπεριλάμβανε αρχικά 125 παιδιά από πέντε μέχρι οκτώ ετών. Ένα χρόνο μετά, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν 50 παιδιά ηλικίας επτά μέχρι οκτώ ετών επειδή τα παιδιά της προσχολικής ηλικίας που συμπεριλήφθηκαν στο δείγμα αντιμετώπισαν δυσκολίες στην αναγνώριση και στην εξωτερική τους των συναισθημάτων τους. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν αλγόριθμους για την κατηγοριοποίηση των σημάτων σε σχέση με τα συναισθήματα και κατέληξαν ότι χρησιμοποιώντας τα φυσιολογικά σήματα είναι εφικτό να αναγνωριστούν και να κατηγοριοποιηθούν βασικά συναισθήματα όπως θυμός, λύπη, άγχος, έκπληξη. Τα αποτελέσματα των Kim et al. (2004) ήταν συγκρίσιμα με αυτά άλλων ερευνών που χρησιμοποίησαν παρόμοιες μεθόδους.

Οι Baileson et al (2007) κατηγοριοποίησαν συναισθήματα σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας εκφράσεις προσώπου και φυσιολογικά σήματα. Συγκεκριμένα, οι Baileson et al (2007) κατέγραψαν σε βιντεοκασέτες τις εκφράσεις στα πρόσωπα 151 φοιτητών που παρακολουθούσαν ταινίες που προκαλούσαν διασκέδαση και λύπη. Η βιντεοσκόπηση γινόταν ταυτόχρονα με την προβολή των ταινιών. Η κάθε ταινία είχε διάρκεια 9 λεπτά και παρουσιαζόταν τμηματικά στους φοιτητές με τον ακόλουθο τρόπο: «διασκέδαση» - «ουδετερότητα» - «λύπη» - ουδετερότητα, με διάστημα 2 λεπτών μεταξύ τους. Παράλληλα με την βιντεοσκόπηση, οι συμμετέχοντες φορούσαν αισθητήρες που μετρούσαν την αρτηριακή πίεση, τους καρδιακούς παλμούς, τη θερμοκρασία των δακτύλων και άλλες φυσιολογικές λειτουργίες. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν το λογισμικό NEVEN Vision Facial Feature Tracker για να μετρήσουν τις εκφράσεις στο πρόσωπο του κάθε συμμετέχοντα. Μέσα από την διαδικασία της έρευνας, οι Baileson et al (2007) έδειξαν ότι μπορούν να αξιολογήσουν την πραγματική συμπεριφορά των συμμετεχόντων, μπορούν να προβλέψουν τον τύπο και την ένταση του συναισθήματος και μπορούν να συγκρίνουν άμεσα την αναγνώριση συναισθημάτων μεταξύ ατόμων και μεταξύ φύλων. Όσον αφορά την αναγνώριση συναισθημάτων, το συναίσθημα της λύπης ήταν δυσκολότερο να προβλεφθεί σε σχέση με το συναίσθημα της διασκέδασης. Επίσης, σε σχέση με το φύλο και τα δύο συναισθήματα ήταν ευκολότερο να αναγνωριστούν σε σχέση με τους άντρες.

Με την εξ' ολοκλήρου αναγνώριση συναισθημάτων μέσω της έκφρασης του προσώπου ασχολήθηκαν οι Bahreini, Vegt και Westera (2019) και δημιούργησαν ένα λογισμικό πρόγραμμα. Το λογισμικό χρησιμοποιεί, πέραν από αρχεία εικόνας και αρχεία βίντεο, δεδομένα τα οποία παίρνει σε πραγματικό χρόνο μέσω webcam από συνεχόμενες διακριτές εκφράσεις συναισθημάτων του προσώπου. Το λογισμικό χρησιμοποιεί αλγόριθμο FURIA για ασαφή κανόνες επαγωγής για έγκαιρη και άμεση τροφοδότηση με βάση τις εκφράσεις του προσώπου. Πρωταρχικός στόχος των ερευνητών ήταν, μέσα από την έρευνα, να τεκμηριώσουν τη χρήση των δεδομένων που περισυλλέγονταν από την webcam σε πραγματικό χρόνο όπως και η ορθή ανάλυση των εκφράσεων του προσώπου σε περιβάλλοντα ηλεκτρονικής μάθησης (e-learning). Επιπρόσθετα, οι ερευνητές, χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο FURIA, ήθελαν να μεταμορφώσουν αυτές τις εκφράσεις του προσώπου σε συναισθηματικές καταστάσεις. Με αυτό τον τρόπο μέτρησαν την απόδοση του λογισμικού σε 10 συμμετέχοντες στους οποίους έδωσαν

ακριβώς τις ίδιες εργασίες στον υπολογιστή τους ζήτησαν να μιμηθούν συγκεκριμένες εκφράσεις προσώπων για 100 φορές. Όλες οι συνεδρίες καταγράφοντας σε βίντεο. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων διεφάνει ότι το λογισμικό κατέχει ορθότητα αναγνώρισης 83.2% που είναι συγκρίσιμη με την αναγνώριση από ανθρώπους.

Εντελώς διαφορετική προσέγγιση χρησιμοποίησαν οι Lee, Tsui, και Hsiao (2015), οι οποίοι επιχείρησαν να ανιχνεύσουν τις συναισθηματικές καταστάσεις των χρηστών μέσω του ρυθμού πληκτρολόγησης τους σε κοινό πληκτρολόγιο του υπολογιστή. Για τον προσδιορισμό της συναισθηματικής κατάστασης μέσω της δυναμικής πληκτρολόγησης, συγκεντρώθηκαν δεδομένα πληκτρολογήσεων χρησιμοποιώντας το International Affective Digitized Sounds (IADS-2). Κατά τη διάρκεια του πειράματος, ο κάθε συμμετέχοντας φορούσε ακουστικά και θα έπρεπε να δακτυλογραφήσει ένα συγκεκριμένο κώδικα αμέσως μετά που θα άκουγε τον κάθε ήχο από το IADS-2 σε 63 δοκιμές. Το πείραμα ήταν βασισμένο σε δύο παραμέτρους, το σθένος (valence) και τη διέγερση (arousal) του συναισθήματος. Από τα αποτελέσματα, διεφάνει ότι τα επίπεδα διέγερσης ήταν στατιστικά σημαντικά σε σχέση με τη διάρκεια της πληκτρολόγησης ($p < .05$) και σε σχέση με την καθυστέρηση της πληκτρολόγησης ($p < .01$), όχι όμως με την εγκυρότητα σε σχέση με την ταχύτητα της πληκτρολόγησης. Τα αποτελέσματα υποστηρίζουν το συμπέρασμα ότι η διάρκεια της πληκτρολόγησης και η καθυστέρηση της πληκτρολόγησης επηρεάζονται από την συναισθηματική διέγερση.

Από την άλλη, οι Cowen, Laukka, Elfendain et al. (2019) έδωσαν έμφαση στην προσωδία του λόγου. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν μαθηματικές μεθόδους για να ερευνήσουν την κοινή σημασιολογία της αναγνώρισης συναισθημάτων μέσω της προσωδίας του λόγου σε συμμετέχοντες από τις Η.Π.Α και την Ινδία. Οι ερευνητές επικεντρώθηκαν σε τρεις ιδιότητες της σημασιολογίας: (α) την εννοιοποίηση της σημασιολογίας, παραμένοντας επικεντρωμένοι εξ' ολοκλήρου στο πως οι κατηγορίες συναισθημάτων και οι κλίμακες έκφρασης συμβάλλουν στην αναγνώριση συναισθημάτων βάσει προσωδίας, (β) την διαστασιολόγηση της σημασιολογίας ή τον αριθμός των διακριτών συναισθημάτων που μεταφέρονται μέσω της προσωδίας και (γ) την κατανομή της προσωδίας εστιάζοντας στα όρια μεταξύ των συναισθηματικών κατηγοριών. Στη έρευνα έλαβαν μέρος 2345 συμμετέχοντες από την Ινδία και τις Η.Π.Α. Για τη στρατολόγηση του δείγματος χρησιμοποιήθηκε το Amazon Mechanical Turk. Κατά την διαδικασία εκτέλεσης,

ζητήθηκε από τον κάθε συμμετέχοντα να κρίνει 30 δείγματα προφορικού λόγου τα οποία είχαν επιλεγεί τυχαία από το VENEC corpus, μία διαπολιτισμική βάση και μέθοδο εκτίμησης εκφράσεων φωνητικών συναισθημάτων (Laukka, et al.: 2016). Η VENEC corpus αποτελείται από δύο προτάσεις (“Let me tell you something” και “That’s exactly what happened”) οι οποίες προφέρονται από 100 ηθοποιούς, σε πέντε διαφορετικές αγγλόφωνες κουλτούρες (Η.Π.Α, Ινδία, Αυστραλία, Κένυα και Σιγκαπούρη) με τέτοιο τόνο ώστε να εκφράζουν 18 κατηγορίες συναισθημάτων παρμένες από προηγούμενες έρευνες που ασχολήθηκαν με την λεκτική αναγνώριση συναισθημάτων. Οι συμμετέχοντες αξιολόγησαν τα δείγματα ομιλίας σε μία από τις δύο τυχαία καθορισμένες μορφές απόκρισης. Η πρώτη ομάδα συμμετεχόντων θα έπρεπε να επιλέξει μία ορολογία ανάμεσα σε 30 κατηγορίες συναισθημάτων που θα ταίριαζε καλύτερα στο συναίσθημα που εξέφραζε το κάθε δείγμα ομιλίας (Cowen et al.: 2019). Οι κατηγορίες συναισθημάτων συμπεριλάμβαναν: λατρεία, διασκέδαση, θυμό, δέος, σύγχυση, περιφρόνηση, επιθυμία, απογοήτευση, αηδία, δυσφορία, έκσταση, έξαρση, αμηχανία, φόβο, ενοχή, ενδιαφέρον, πόνο, περηφάνεια, συνειδητοποίηση, ανακούφιση, ρομαντική αγάπη, θλίψη, ηρεμία, ντροπή, έκπληξη (αρνητική), έκπληξη (θετική), συμπάθεια, θρίαμβος, ουδετερότητα. Η δεύτερη ομάδα συμμετεχόντων αξιολόγησε κάθε ένα από τα 30 δείγματα ομιλίας βάσει 23 διαφορετικών συναισθηματικών χαρακτηριστικών. Αυτά τα συναισθηματικά χαρακτηριστικά συμπεριλάμβαναν: απότομος, προσαρμοστικότητα, προσέγγιση, διέγερση, προσοχή, σιγουριά, δέσμευση, έλεγχος, επικράτηση, προσπάθεια, αναμενόμενη, δίκαιη, σχετικότητα με τον στόχο, ταυτότητα, βελτίωση, κανονικότητα στην κοινωνία, καινοτομία, παρεμπόδιση, πιθανότητα, ασφάλεια, επείγουσα ανάγκη, σθένος. Οι συμμετέχοντες αξιολόγησαν το κάθε δείγμα ομιλίας σε κλίμακα Likert με 9 επιλογές (1 = αρνητικά επίπεδα ή κανένα από τα χαρακτηριστικά, 5 = ουδέτερα χαρακτηριστικά ή μέτρια, 9 = ακραία επίπεδα του συναισθηματικού χαρακτηριστικού). Μετά από ανάλυση των αποτελεσμάτων οι ερευνητές κατέληξαν σε 12 διακριτά συναισθήματα (θαυμασμός, διασκέδαση, θυμός, δέος, σύγχυση, περιφρόνηση, πόθος, απογοήτευση, δυσφορία, φόβος, ενδιαφέρον, λύπη) τα οποία αναγνωρίζονταν και συσχετίζονταν τόσο στην Ινδία όσο και στις Η.Π.Α. Τα περισσότερα από αυτά τα συναισθήματα κατείχαν διακριτές ακουστικές συσχετίσεις και στις δύο κουλτούρες. Γενικά, οι ερευνητές απόδειξαν την παρουσία ενός περίπλοκου και υψηλού επιπέδου συναισθηματικές καταστάσεις που αναγνωρίζονται διαπολιτισμικά στην προσωδία του λόγου.

Έναν κοινότυπο τρόπο αναγνώρισης συναισθημάτων επέλεξαν και οι LiKamWa, Liu, Lane και Zhong (2013). Χρησιμοποίησαν τα κινητά τα οποία ως γνωστόν παρέχουν πολλές πληροφορίες για τον χρήστη, όπως το που βρίσκεται, με ποιον επικοινωνεί, ποιες εφαρμογές χρησιμοποιεί. Επιπλέον, οι χρήστες χρησιμοποιούν το κινητό τηλέφωνο τους διαφορετικά ανάλογα με την κατάσταση της διάθεσης τους. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν τα πρότυπα χρήσης των τηλεφώνων των συμμετεχόντων για να αναγνωρίσουν τη ψυχική κατάσταση και τη διάθεση τους μέσω μίας εφαρμογής αισθητήρα που δημιούργησαν. Η λεγόμενη εφαρμογή MoodScore μαθαίνει πληροφορίες για την συναισθηματική κατάσταση του συμμετέχοντα μέσα από τον τρόπο που χρησιμοποιεί το κινητό του. Στην έρευνα, η οποία διήρκεσε δύο μήνες, συμμετείχαν 32 άτομα. Ο κάθε συμμετέχοντας εγκατέστησε το MoodScore στο κινητό του το οποίο συνέλεγε δεδομένα σχετιζόμενα με την καθημερινή χρήση του κινητού όπως οι κλήσεις, τα γραπτά μηνύματα, η αλληλογραφία, το ιστορικό αναζήτησης, οι εφαρμογές που χρησιμοποιούσε ο συμμετέχοντας και η τοποθεσία που βρισκόταν. Χρησιμοποιώντας αλγόριθμους για την ανάλυση των δεδομένων και την εξαγωγή των αποτελεσμάτων, οι ερευνητές κατάφεραν να έχουν 75% ακρίβεια στη μέτρηση της αναγνώρισης συναισθημάτων μέσω της MoodScore, χωρίς την ιδιαίτερη εκπαίδευση των συμμετεχόντων.

Πολλές άλλες έρευνες έχουν διεξαχθεί σε σχέση με την αναγνώριση συναισθημάτων κατά στις οποίες έχουν χρησιμοποιηθεί μέθοδοι παρόμοιοι με τους προαναφερόμενους ή διαφορετικοί. Ορισμένες από αυτές τις μεθόδους αποδείχτηκαν αποτελεσματικότερες και έτσι χρησιμοποιήθηκαν στην καθημερινότητα του ανθρώπου. Στο επόμενο κεφάλαιο περιγράφεται σχετική τεχνολογία που ήδη είναι διαθέσιμη για την αναγνώριση των συναισθημάτων.

Κεφάλαιο 3

Βάσεις Δεδομένων και Τεχνολογία Αναγνώρισης Συναισθημάτων

3.1. Εισαγωγή

Οι τρόποι επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης που συνήθως χρησιμοποιούμε είναι με χειρονομίες, μέσω της ομιλίας και μέσα από τις εκφράσεις του προσώπου. Μόνο στο πρόσωπο μας υπάρχουν 43 μύες των οποίων ο συνδυασμός κινήσεων παράγει 10,000 εκφράσεις του προσώπου. Οι εκφράσεις που παράγονται εκφράζουν προθέσεις, συναισθήματα και επιθυμίες για αντικείμενα και ανθρώπους που μας περιτριγυρίζουν. Η αυτοματοποιημένη αναγνώριση συναισθημάτων εξ' υπακούει την ανάλυση όλων των ειδών μη λεκτικής επικοινωνίας μέσω ακουστικών και οπτικών μέσων όπως επίσης και ανάλυση του προφορικού λόγου, όπως για παράδειγμα ανάλυση της έκφρασης του προσώπου, οι χειρονομίες και το ύφος και η ένταση του λόγου. Επιπρόσθετα, οι διάφορες κινήσεις του σώματος λειτουργούν ως δείκτες ορισμένων υποκειμενικών συναισθηματικών φαινομένων. Κατ' επέκταση, η ανάπτυξη βάσης δεδομένων, όπως και συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων που θα περιλάμβαναν διάφορες παραμέτρους παραγωγής ενός συναισθήματος ήταν επιβεβλημένη. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά σε γνωστές βάσεις δεδομένων που χρησιμοποιούνται ως συναισθηματικά ερεθίσματα, όπως και εφαρμογές αναγνώρισης συναισθημάτων.

3.1.1. Βάσεις δεδομένων αναγνώρισης συναισθημάτων με εικόνες

Οι αρχικές βάσεις δεδομένων που δημιουργήθηκαν για τη διερεύνηση αναγνώρισης συναισθημάτων αφορούσαν καθ' εαυτό οπτικά ερεθίσματα γι' αυτό και αποτελούνταν

κατά κύριο λόγο από εικόνες. Η πιο διαδεδομένη βάση δεδομένων με εικόνες είναι η International Affective Picture System (IAPS), η οποία ενισχύθηκε στην συνέχεια με την Geneva Affective Picture Database (GAPED) και την Nencki Affective Picture System (NAPS) αφού λόγω της εκτεταμένης χρήσης της, οι εικόνες που αποτελείτο δεν είχαν το ίδιο αποτέλεσμα στην πρόκληση συναισθηματικών ερεθισμάτων όπως είχαν αρχικά. Οι προαναφερόμενες βάσεις δεδομένων περιγράφονται με περισσότερη λεπτομέρεια ακολούθως.

International Affective Picture System (IAPS)

Η πιο διαδεδομένη βάση δεδομένων αναγνώρισης συναισθημάτων είναι η IAPS (Lang, Bradley, Cuthbert: 2008). Η βάση δεδομένων IAPS αναπτύχθηκε και διανέμεται από το Κέντρο Συναισθημάτων και Προσοχής (Center for Emotion and Attention - CSEA) του πανεπιστημίου της Φλόριντα. Η IAPS δημιουργήθηκε με στόχο τον καλύτερο πειραματικό έλεγχο του συναισθηματικού ερεθίσματος, την αύξηση της ικανότητας σύγκρισης αποτελεσμάτων και την αύξηση της ικανότητας άμεσης επανάληψης μιας έρευνας. Η IAPS αποτελείται από 111 έγχρωμες στατικές φωτογραφίες οι οποίες εκφράζουν ένα ευρύ φάσμα κατηγοριών συναισθήματος (π.χ. ακρωτηριασμούς, φίδια, έντομα, σκηνές επίθεσης, ατυχήματα, μόλυνση, ασθένεια, απώλεια, ρύπανση, κουτάβια, μωρά, τοπία, κ.α.). Η IAPS χρησιμοποιείται ευρέως στην έρευνα των διακριτών συναισθημάτων και παρέχει πληροφορίες σχετικά με τις πτυχές και τις διαστάσεις του συναισθήματος. Η IAPS μέσα από κάθε φωτογραφία της, προκαλεί συναισθηματικά ερεθίσματα στοχεύοντας στον καλύτερο πειραματικό έλεγχο του συναισθηματικού ερεθίσματος, αυξάνει την ικανότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων και αυξάνει την ικανότητα επανάληψης μιας έρευνας (Lang, Bradley, Cuthbert: 2008, Mikels, Fredrickson, Larkin, Lindberg, Maglio, & Reuter-Lorenz: 2005). Για παράδειγμα, οι Bradley και Lang (2000) χρησιμοποίησαν το σύστημα IAPS παράλληλα με μετρήσεις του καρδιακού ρυθμού και της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας του προσώπου. Από τα αποτελέσματα διεφάνει ότι ο καρδιακός ρυθμός και η ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητα στο πρόσωπο διαχωρίζουν το αρνητικό από το θετικό σθένος, ενώ η αγωγιμότητα του δέρματος αυξάνεται όταν αυξάνεται η διέγερση. Επιπρόσθετα, οι Lang, Bradley, και Cuthbert (1998) υποστήριξαν παράλληλα ότι τα συναισθηματικά ερεθίσματα υποβάλλοντα σε εκτεταμένη επεξεργασία στον οπτικό φλοιό απ' ότι τα ουδέτερα ερεθίσματα. Η βάση δεδομένων IAPS ανέδειξε ένα πολύ σημαντικό στοιχείο όσον αφορά τα διακριτά συναισθήματα. Διαφορετικά διακριτά συναισθήματα (αηδία,

θλίψη, φόβος, φροντίδα, ερωτική ευτυχία) διαφέρουν σε εκτιμήσεις σθένους και εκτιμήσεις διέγερσης. Αυτές οι διαφορετικές εκτιμήσεις μπορούν να συγκριθούν μέσω του ηλεκτρομυογραφήματος του προσώπου, του καρδιακού ρυθμού και των ηλεκτροδερμικών μετρήσεων (Bradley, Codispoti, Sabatinelli, & Lang: 2001; Lang, Greenwald, Bradley, & Hamm: 1993). Ωστόσο, η εκτεταμένη χρήση της IAPS μείωσε την επίπτωση που είχαν οι εικόνες στους χρήστες καθώς αυξήθηκε η γνώση τους προς αυτές. Επιπλέον, ο περιορισμένος αριθμός των εικόνων της IAPS και η συγκεκριμένη θεματολογία τους είχε ως αποτέλεσμα να αμφισβητηθεί η αποτελεσματικότητά της για μελέτες που ήθελαν να συγκεντρωθούν σε ένα συγκεκριμένο συναίσθημα ή για πειράματα που απαιτούσαν πολλές δοκιμές του ίδιου είδους.

Geneva Affective Picture Database (GAPED)

Η βάση δεδομένων GAPED δημιουργήθηκε ως επιπρόσθετη λύση στην IAPS ώστε να αυξηθεί η διαθεσιμότητα των οπτικών συναισθηματικών ερεθισμάτων προς τον ερευνητικό κόσμο. Η GAPED αποτελείται από εβδομήντα τριάντα εικόνες. Είναι μια πιο απλοποιημένη βάση δεδομένων σε σχέση με άλλες όπως η IAPS. Η GAPED διαθέτει έξι κατηγορίες εικόνων. Οι τέσσερις κατηγορίες προκαλούν αρνητικά συναισθήματα και αφορούν εικόνες με αράχνες, φίδια και εικόνες που αναπαριστούν σκηνές οι οποίες προκαλούν συναισθήματα σχετιζόμενα με την παραβίαση των νόμων κι ηθικών κανόνων, όπως παραβίαση των ανθρωπίνων δικαιωμάτων και κακομεταχείριση ζώων. Οι άλλες δύο αφορούν θετικές και ουδέτερες κατηγορίες εικόνων. Οι θετικές εικόνες περιέχουν κυρίως μωρά ανθρώπων ή ζώων, ενώ οι ουδέτερες απεικόνιζαν άψυχα αντικείμενα. Οι εικόνες βαθμολογούνται σύμφωνα με το ήθος, την διέγερση που προκαλεί η κάθε εικόνα αντίστοιχα (Dan Glauser & Scherer: 2011). Η βάση δεδομένων GAPED χρησιμοποιείται κυρίως σε έρευνες που αφορούν την αξιολόγηση φοβικών αντιδράσεων (Aue, Hoerpli & Piguet: 2012) ή σε έρευνες που ασχολούνται με φίδια και αράχνες, όπως και σε έρευνες που σχετίζονται με την έκθεση στρατιωτών σε τέτοιου τύπου ερεθίσματα κατά την ίδια ώρα που βιώνουν πολλά άλλα ερεθίσματα. Η κυριότερη αδυναμία της GAPED είναι η ασυμμετρία στον αριθμό των αρνητικών σε σχέση με τον αριθμό των θετικών φωτογραφιών και οι αρνητικές φωτογραφίες είναι πιο συγκεκριμένες από τις θετικές. Αυτό δυσκολεύει στην εξισορρόπηση του περιεχομένου σε σχέση με το σθένος. Ακόμη ένα αρνητικό της GAPED είναι η ευκρίνεια των φωτογραφιών (640x480 pixels) και το μέγεθος των φωτογραφιών που είναι μικρό.

Nencki Affective Picture System (NAPS)

Λαμβάνοντας υπόψη τον αυξανόμενο αριθμό συμπεριφοριστικών και νευροαπεικονιστικών μελετών που ερευνούν το συναίσθημα, όπως και την ανάγκη για επιπρόσθετες εικονογραφικές βάσεις δεδομένων που θα πρόσφεραν πληροφορίες για τις ιδιότητες της φυσιολογίας των ερεθισμάτων, οι Marchewka, Żurawski, Jednoróg, et al. (2014) δημιούργησαν το NAPS, μία βάση δεδομένων με απεικονίσεις συναισθημάτων. Το NAPS αποτελείται από 1356 ρεαλιστικές φωτογραφίες υψηλής ποιότητας. Οι φωτογραφίες χωρίζονται σε πέντε κατηγορίες – άνθρωποι, πρόσωπα, ζώα, αντικείμενα και τοπία. Οι Marchewka et al (2014) χρησιμοποίησαν την θεωρία των διαστάσεων των συναισθημάτων που χρησιμοποιήθηκε και στο παρελθόν για τη δημιουργία άλλων βάσεων δεδομένων αναγνώρισης συναισθημάτων όπως η IAPS (Lang, Bradley, Cuthbert: 2008), η GAPED (Dan Glauser & Scherer: 2011) και η EmoPics (Wessa et al.: 2010). Για κάθε φωτογραφία, οι ερευνητές αξιολόγησαν το σθένος, τη διέγερση, και την κατεύθυνση κινήτρου (αποφυγή – προσέγγιση). Πέραν τούτου, οι φωτογραφίες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν υψηλής ποιότητας (1,600x1,200 pixels) και καθορίστηκε βάσει φωτεινότητας, αντίθεσης και σύνθεσης χρωμάτων. Το μεγάλο εύρος των οπτικών ερεθισμάτων που προσφέρει η NAPS επιτρέπει στους ερευνητές να αξιολογήσουν ποικίλα ερευνητικά ενδιαφέροντα. Επιπρόσθετα, η NAPS είναι ελεύθερα προσβάσιμη στον ερευνητικό κόσμο.

3.1.2. Βάσεις δεδομένων αναγνώρισης συναισθημάτων με ήχο

Πληροφορίες σχετικά με τα συναισθήματα υπάρχουν άφθονες και σε όλα τα είδη ήχου, όπως για παράδειγμα την ομιλία, τη μουσική, τους φυσικούς ήχους. Αρκετές είναι και οι βάσεις δεδομένων που αναπτύχθηκαν για ερευνητικούς σκοπούς και χρησιμοποιούν τον ήχο ως συναισθηματικό ερέθισμα. Στη συνέχεια, περιγράφονται δύο από τις πιο διαδεδομένες βάσεις - η βάση δεδομένων International Affective Digitized Sounds (IADS) και η Oxford Vocal Sounds Database (OxVol).

International Affective Digitized Sounds

Η βάση δεδομένων IADS αποτελεί μέρος ενός συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων μαζί με το IASP (Lang, Bradley, & Cuthbert: 2008) και έχουν αναπτυχθεί από το Κέντρο Συναισθημάτων και Προσοχής (Center for Emotion and Attention - CSEA) του πανεπιστημίου της Φλόριντα. Η βάση δεδομένων του IADS αποτελείται από 111

ψηφιακά ηχογραφημένους ήχους διάρκειας 6 δευτερολέπτων. Τα ακουστικά συναισθηματικά ερεθίσματα που προκαλούν οι ήχοι είναι βασισμένα στο τρισδιάστατο μοντέλο αναγνώρισης συναισθημάτων – σθένος - διέγερση - επικράτηση. Τα ακουστικά ερεθίσματα περιλαμβάνουν ανθρώπινους ήχους, ζώα, οχήματα και μουσικά όργανα. Σε έρευνες που χρησιμοποιήθηκε η IADS και έγιναν συγκρίσεις με οπτικά συναισθηματικά ερεθίσματα διεφάνει ότι τα ακουστικά συναισθηματικά ερεθίσματα (ευχάριστα και δυσάρεστα) ενεργοποιούν φυσιολογικές αντιδράσεις όπως τα αντανακλαστικά, την προσωπική ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα ή το καρδιακό ρυθμό με τον ίδιο τρόπο όπως και τα οπτικά συναισθηματικά ερεθίσματα (εικόνες, Bradley and Lang: 2000). Επιπρόσθετα, νευροψυχολογικές έρευνες έδειξαν ότι η επεξεργασία των ακουστικών ερεθισμάτων είναι διαφορετική και συμπεριλαμβάνει θετικό και αρνητικό σθένος, με πιο ενισχυμένη τη δραστηριότητα του ακουστικού φλοιού όταν το ερέθισμα είναι θετικό (γέλιο) σε σχέση με ένα αρνητικό ερέθισμα (κλάμα, Sander & Scheich: 2001). Την διαφορετική επεξεργασία των ακουστικών συναισθηματικών ερεθισμάτων υποστήριξαν και οι Alltenmuller, Schurmann, Lim, και Parlitz (2002) οι οποίοι επιβεβαίωσαν μεγαλύτερη ενεργοποίηση στον αριστερό μετωπιαίο-κροταφικό λοβό όταν τα ακουστικά ερεθίσματα προκαλούσαν θετικό σθένος, ενώ παρατηρήθηκε αμφοτερόπλευρη ενεργοποίηση, στο δεξιό μετωπιαίο-κροταφικό όταν τα ακουστικά ερεθίσματα προκαλούσαν αρνητικό σθένος. Όσον αφορά τις διαφορές στο φύλο, έρευνες έχουν δείξει ότι οι γυναίκες είναι πιο ευαίσθητες απ' ότι οι άνδρες όταν τα ακουστικά ερεθίσματα προκαλούν αρνητικό σθένος (π.χ. κραυγές, Gohier et al.,: 2011) και χρησιμοποιούν τη συναισθηματική προσωδία πολύ πιο έγκαιρα και βέλτιστα απ' ότι οι άνδρες, ενσωματώνοντας την προσωδία με την λεκτική επεξεργασία ακόμα και όταν η συναισθηματική προσωδία δεν σχετίζεται με τις διεργασίες που μπορεί να ασχολούνται (Schirmer, Kotz, & Friederici: 2002).

Oxford Vocal Sounds Database

Παρομοίου τύπου είναι και η βάση δεδομένων OxVol η οποία αποτελείται από εκατό εβδομήντα τρεις μη λεκτικούς ήχους από ενήλικες, παιδιά και οικόσιτα ζώα. Η OxVol είναι βασισμένη το διπολικό μοντέλο σθένος – διέγερση και εκφράζει τα διακριτά συναισθήματα χαρά, λύπης και ουδέτερα συναισθήματα. Πλεονέκτημα της OxVol είναι η ενσωμάτωση των ήχων με φυσικές καταστάσεις και φυσικές εκφράσεις συναισθημάτων. Μια γενική αξιολόγηση της βάσης OxVol έδειξε ότι οι ήχοι που προκαλούν αρνητικό σθένος προκαλούν υψηλότερου βαθμού διέγερση, ακολουθούν οι θετικοί που προκαλούν

θετικό σθένος και τέλος οι ουδέτεροι. Επίσης, υπάρχουν διαφορές στον τρόπο με τον οποίο οι ενήλικες αντιλαμβάνονται το σθένος και τη διέγερση όταν υπάρχει ομοιότητα μεταξύ των ήχων είτε αυτοί προέρχονται από ενήλικες, βρέφη ή ζώα. Τέλος, η OxVol δεν παρουσιάζει διαφορές στο φύλο και την ανταπόκριση στα συναισθηματικά ερεθίσματα, ή αν υπάρχουν διαφορές δεν θεωρούνται σημαντικές. Η OxVol χρησιμοποιείται ευρέως σε αναπτυξιακές έρευνες (Parson et al. 2014, Young et al.: 2017).

3.1.3. Βάσεις δεδομένων αναγνώρισης συναισθημάτων με βίντεο

Πέραν της στατικής εικόνας και του ήχου, έχουν δημιουργηθεί βάσεις δεδομένων που χρησιμοποιούν το βίντεο ως ερέθισμα στοχεύοντας στην αυτόματη αναγνώριση των συναισθημάτων που προκαλούνται μέσω ήχου και εικόνας. Οι πιο χαρακτηριστικές είναι η LIRIS – ACEDE και η Emotional Movie Database (EMD).

LIRIS – ACEDE Database

Η LIRIS – ACEDE είναι η μεγαλύτερη βάση δεδομένων αναγνώρισης συναισθημάτων με βίντεο. Έχει αναπτυχθεί από την Creative Commons και είναι ελεύθερα διαθέσιμη στον ερευνητικό κόσμο. Για τη δημιουργία της LIRIS – ACEDE χρησιμοποιήθηκαν αποσπάσματα σαράντα ταινιών μεγάλου μήκους κι από εκατό είκοσι ταινίες μικρού μήκους (Baveye, Dellandréa, Chamaret, & Chen: 2015, Li, Baveye, Chamaret, Dellandréa, & Chen: 2015). Στο σύνολο, δημιουργήθηκαν 9,800 αποσπάσματα βίντεο και κατηγοριοποιήθηκαν σε κωμωδία, κινούμενα σχέδια, δράση, περιπέτεια, θρίλερ, ντοκιμαντέρ, ρομαντική ταινία, δράμα, ταινία τρόμου, με τα αποσπάσματα να περιέχουν βίαιες ή ερωτικές σκηνές, δολοφονίες, αλλά και πιο συνηθισμένες, όπως τοπία ή σκηνές από την καθημερινή ζωή των ανθρώπων. Τα αποσπάσματα ομιλούνται σε 34 γλώσσες με μεγαλύτερο ποσοστό την αγγλική γλώσσα. Επίσης, περιλαμβάνονται και δεκατέσσερα αποσπάσματα από ταινίες του βωβού κινηματογράφου. Το καθένα από τα αποσπάσματα διαρκεί από 8 μέχρι 12 δευτερόλεπτα το καθένα, χρόνος αρκετός για να προκληθούν τα ανάλογα συναισθήματα. Η δημιουργία της LIRIS – ACEDE είναι βασισμένη στο διπολικό μοντέλο σθένος – διέγερση. Το εύρος του σθένους, κυμαίνεται από αρνητικά συναισθήματα όπως λύπη και απογοήτευση, μέχρι θετικά συναισθήματα όπως συναισθήματα χαράς και ενθουσιασμού. Η διέγερση, από την πλευρά της, κυμαίνεται από συναισθήματα αδράνειας όπως ηρεμία και ανία, σε ενεργητικά

συναισθήματα όπως ενθουσιασμό και ανησυχία (Baveye, Dellandréa, Chamaret, & Chen: 2015, Li, Baveye, Chamaret, Dellandréa, & Chen: 2015).

Emotional Movie Database

Η βάση δεδομένων συναισθηματικής αναγνώρισης EMD δημιουργήθηκε από τους Carvalho, Leite, Galdo-Álvarez, *et al.* (2012) και βασίστηκε πάνω στο τρισδιάστατο μοντέλο συναισθηματικών ερεθισμάτων *σθένος - διέγερση - επικράτηση*. Η EMD περιέχει πενήντα δύο κλιπ ταινιών χωρίς ήχο και το κάθε κλιπ διαρκεί σαράντα δευτερόλεπτα. Για τη δημιουργία της EMD, αρχικά, επιλέχθηκαν τα 52 κλιπ ώστε να καλύπτουν όλο το συναισθηματικό χώρο. Στη συνέχεια τα 52 κλιπ αξιολογήθηκαν από εκατό δεκατρείς εθελοντές στην έρευνα. Οι συμμετέχοντες βαθμολόγησαν κάθε κλιπ σύμφωνα με το μοντέλο *σθένος - διέγερση - επικράτηση* σε μια κλίμακα εννέα βαθμών. Στο τέλος, ως ένα τρίτο στάδιο για τη δημιουργία του EMD, έγιναν ψυχοφυσιολογικές μετρήσεις όπως η αγωγιμότητα του δέρματος και του καρδιακού ρυθμού σε 32 συμμετέχοντες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η παρατεταμένη έκθεση σε ερεθίσματα υψηλής διέγερσης (συνθήκες τρόμου και έρωτα) είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των ψυχοφυσιολογικών μετρήσεων. Τα μη ακουστικά κλιπ χρησιμοποιήθηκαν με σκοπό να ενισχύσουν τη βλέψη για μελλοντικούς πειραματικούς χειρισμούς. Το γεγονός αυτό όμως επηρεάζει το βαθμό που οι θεατές αντιλαμβάνονται τα βίντεο κλιπ (Carvalho, Leite, Galdo-Álvarez, *et al.*: 2012).

3.2. Εφαρμογές Αναγνώρισης Συναισθημάτων

Το συναίσθημα είναι μια περίπλοκη γνωστική διεργασία που επηρεάζεται από εξωγενή παράγοντες όπως η κοινωνική αλληλεπίδραση και η φυσιολογία του ανθρώπου την προκύπτουσα στιγμή που βιώνει ένα ερέθισμα. Ο συνδυασμός της τεχνολογίας με τις ανθρώπινες λειτουργίες που υποβοηθούν στην αναγνώριση συναισθημάτων δεν είναι μόνο περίπλοκος αλλά εμπεριέχει και προκλήσεις που ο κάθε ερευνητής καλείται να διερευνήσει. Μια εφαρμογή είναι ένα υπολογιστικό σύστημα που προσαρμόζεται και ανταποκρίνεται στις ανάγκες του κάθε χρήστη με τρόπο εύχρηστο και αποτελεσματικό. Εφαρμογές αναγνώρισης συναισθημάτων συναντούμε σε διάφορους τομείς όπως σε

(α) *συστήματα υποστήριξης ζωής*: υπολογιστικά συστήματα χρησιμοποιούνται ευρέως στην καθημερινότητα μας προστατεύοντας τη ζωή μας, όπως για παράδειγμα τα

συστήματα ασφάλειας που διαθέτουν τα αυτοκίνητα σε μορφές αισθητήρων αξιολόγησης του καρδιακού παλμού ή της αναπνοής του χρήστη.

(β) *διασκέδαση*: μέσα από τα υπολογιστικά συστήματα που υποστηρίζονται από διάφορες συσκευές ο χρήστης μπορεί να διασκεδάσει παίζοντας παιχνίδια και αλληλεπιδρώντας με τους χαρακτήρες του παιχνιδιού εκφράζοντας τα συναισθήματα του είτε αυτά είναι θυμός είτε χαρά, είτε πόνος καθώς παίζει.

(γ) *μάρκετινγκ*: οι εταιρείες προϊόντων και υπηρεσιών χρησιμοποιούν υπολογιστικά συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων για να σφυγμομετρώντας τα συναισθήματα των πελατών τους για να καταλήξουν αν είναι ικανοποιημένοι από το προϊόν ή όχι.

(δ) *εκπαίδευση*: τα υπολογιστικά συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων που εφαρμόζονται στην εκπαίδευση διαθέτουν την ικανότητα να αντιλαμβάνονται τις αντιδράσεις του χρήστη και να ανταποκρίνονται σε αυτές έγκαιρα. Για παράδειγμα, εάν ο μαθητής είναι αγχωμένος, το υπολογιστικό σύστημα λαμβάνει σήματα από την έκφραση του προσώπου του και αμέσως για να βοηθήσει τον μαθητή να ελαχιστοποιήσει το άγχος του στέλνει κινούμενα σχέδια ή μικρής διάρκειας βίντεο με σκοπό να χαλαρώσει και να ξεκουράσει τον μαθητή. Από την πλευρά του ο εκπαιδευτής, με τη βοήθεια ενός υπολογιστικού συστήματος και μέσα από την ανάλυση των βιολογικών σημάτων και της κίνησης του μαθητή, μπορεί να προβλέψει την συναισθηματική κατάσταση των μαθητών κατά 60% περισσότερο (Arroyo et al: 2009).

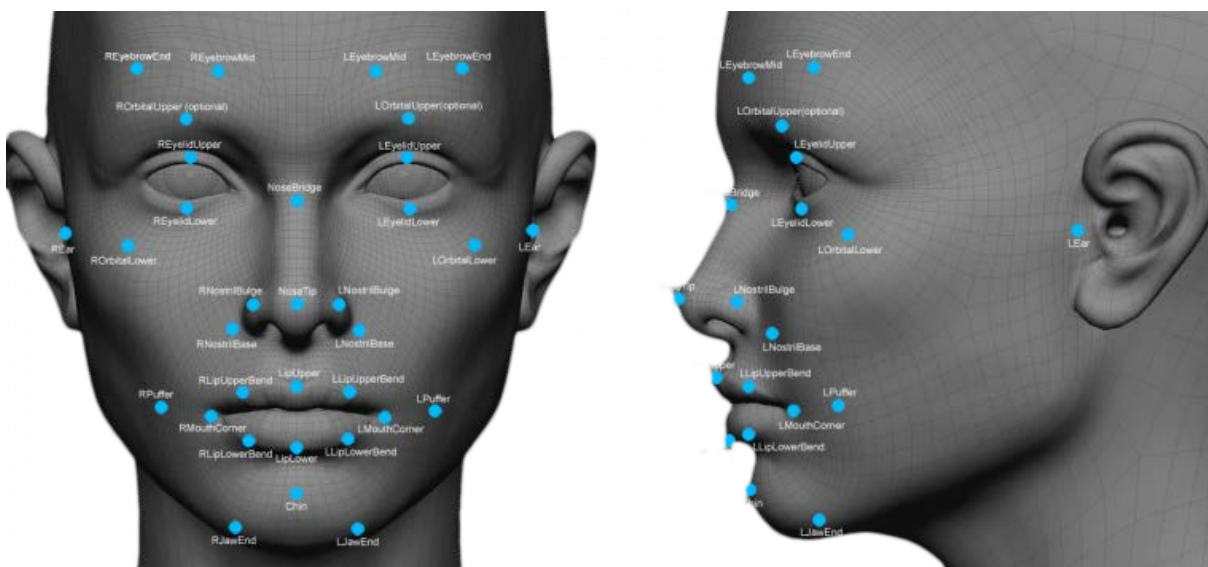
Στη συνέχεια περιγράφονται εφαρμογές και φορητή τεχνολογία που είναι ήδη διαθέσιμη στην αγορά και έχει χρησιμοποιηθεί στην αναγνώριση συναισθημάτων τόσο στην καθημερινότητα όσο και σε έρευνες.

3.2.1. Microsoft Face (MS Face)

Η MS Face αποτελεί μέρος της σουίτας των υπηρεσιών που προσφέρονται από το Azure Cloud της Microsoft. Η MS Face αναλύει στατικές εικόνες ή βίντεο και ενημερώνει για το συναίσθημα που εκφράζεται. Η MS Face είναι βασισμένη στη θεωρία των βασικών συναισθημάτων του Ekman (1999). Μάλιστα, η Microsoft διεξήγαγε ένα απλό πείραμα χρησιμοποιώντας την MS Face σε μία φωτογραφία του Ekman. Το αποτέλεσμα της ανάλυσης έδειξε 91% χαρά και 8.7% ουδετερότητα. Κατά την Microsoft, αυτό το αποτέλεσμα είναι ιδιαίτερα σημαντικό αφού αποδεικνύει τόσο την πολυπολιτισμικότητα

των συναισθημάτων μέσα από συγκεκριμένες εκφράσεις προσώπου, αλλά επιβεβαιώνει και την θεωρία των βασικών συναισθημάτων του Ekman (Microsoft, 2018).

Η MS Face, για να αναγνωρίσει συναισθήματα, χρησιμοποιεί αλγόριθμους με στόχο να βρει την καλύτερη αντιστοιχία ανάμεσα στην έκφραση του προσώπου και την αξία (όπως αυτή καθορίζεται από τον αλγόριθμο και αντιπροσωπεύει ένα από τα επτά βασικά συναισθήματα). Η MS Face χρησιμοποιεί αναρίθμητες εκφράσεις προσώπου που αναλύονται με αλγοριθμικά μοντέλα (machine learning & artificial intelligence) για καλύτερη συσχέτιση έκφρασης προσώπου - συναισθήματος (Kelleher & Tierney: 2018). Η MS Face εντοπίζει πρόσωπα σε μια εικόνα και προσδιορίζει τη θέση τους μέσα σε αυτήν. Στη συνέχεια επιλέγει "ορόσημα" ή χαρακτηριστικά του προσώπου, όπως το σχήμα του προσώπου, τη μύτη και τα μάτια και, εντοπίζει όμοια πρόσωπα μέσα από την υπάρχουσα βάση δεδομένων. Τα όμοια πρόσωπα ομαδοποιούνται με σκοπό να προσδιοριστεί κατά πόσο σε δύο εικόνες παρουσιάζεται το ίδιο πρόσωπο και ούτω καθ' εξής, συσχετίζοντας έτσι την έκφραση του προσώπου και δίνοντας το τελικό αποτέλεσμα - το συναίσθημα που εκφράζεται στο πρόσωπο που απομονώθηκε.

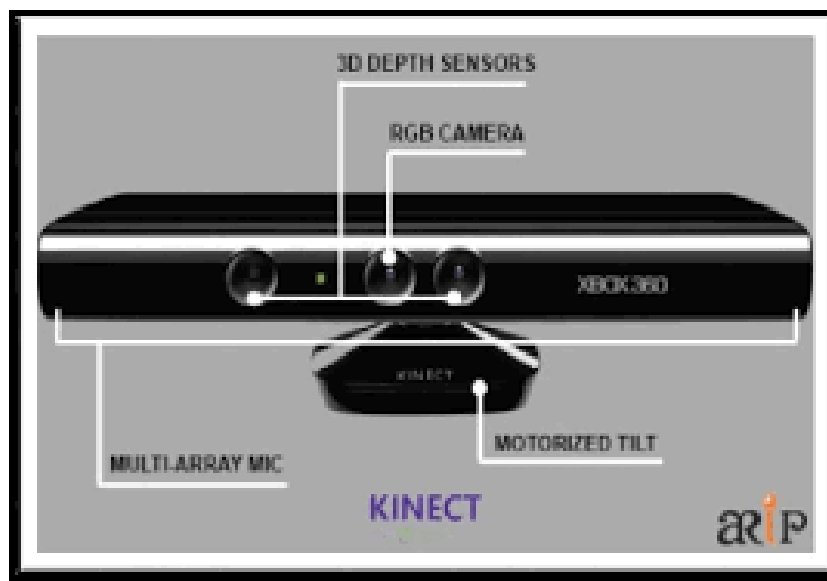


Εικόνα 4. Αναγνώριση συναισθημάτων μέσω MS Face

3.2.2. Kinect

Τα τελευταία χρόνια έχει επιβεβαιωθεί ότι η συναισθηματική κατάσταση των περιπατητών αντικατοπτρίζεται μέσα από τον τρόπο που βαδίζουν και κινούν το σώμα τους (Montepare, Goldstein & Clausen: 1987, Atkinson et al.: 2004). Ο τρόπος που κινείται ο

άνθρωπος όταν βαδίζει έχει χρησιμοποιηθεί ως μέσο για την αναγνώριση συναισθημάτων μέσα από βάσεις δεδομένων που δημιουργήθηκαν ειδικά γι' αυτό το σκοπό (Janssen et al.: 2008, Karg, Kuhnlenz & Buss: 2010). Το Microsoft Kinect είναι ένα σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων που χρησιμοποιεί την κίνηση του σώματος κατά την βάρδια για να μπορέσει να αναγνωρίσει τα συναισθήματα του περιπατητή. Το Kinect είναι ένα χαμηλού κόστους φορητό σύστημα αισθητήρων με λογισμικό το οποίο έχει την ευχέρεια να παρακολουθεί συνεχώς τρισδιάστατα μοτίβα της κίνησης του σώματος κατά την ώρα του βαδίσματος. Η αξιοπιστία του Kinect έχει επιβεβαιωθεί μέσα από έρευνες που μελέτησαν τις χειρονομίες και την κίνηση του ανθρώπου. Οι Kondori et al. (2011) προσδιόρισαν τις στάσεις του κεφαλιού, οι Fernandez-Baena, Susin & Lligadas (2012) επιβεβαίωσαν τη καλή λειτουργία του στην αναγνώριση μικρών βηματισμών και οι Auvinet et al. (2015) ανίχνευσαν με επιτυχία τους κύκλους πορείας σε διάδρομο γυμναστικής της Kinect.



Εικόνα 5. Αρχιτεκτονική συστήματος Kinect

3.2.3. Google Apps

Η Google έχει δημιουργήσει μία σειρά από εφαρμογές (Google APIs) που επιτρέπουν στο χρήστη την επικοινωνία με τις υπηρεσίες που προσφέρονται. Ορισμένες από αυτές τις

εφαρμογές που σχετίζονται και χρησιμοποιούνται στην αναγνώριση συναισθημάτων είναι η Google Cloud Vision και η Google Fit και περιγράφονται αναλυτικότερα πιο κάτω.

Google Cloud Vision

Το Cloud Vision είναι μία εφαρμογή που παρέχεται από την Google και επιτρέπει στους χρήστες να κατανοήσουν μία εικόνα. Μέσα από την εφαρμογή παρέχεται μια τεραστίου μεγέθους βάση δεδομένων εικόνων που κατατάσσει με ταχύτητα τις εικόνες σε χιλιάδες κατηγορίες, αλλά και ανιχνεύει επιμέρους αντικείμενα και πρόσωπα μέσα στις εικόνες (Hosseini, Baicen & Radha: 2017). Για κάθε επιλεγμένη εικόνα, το Cloud Vision εξάγει τις ετικέτες της εικόνας, εντοπίζει και διαβάζει τα κείμενα που περιέχονται στην εικόνα και ανιχνεύει τα πρόσωπα μέσα στην εικόνα. Καθορίζει επίσης πόσο πιθανό είναι η εικόνα να περιέχει ακατάλληλο περιεχόμενο, συμπεριλαμβανομένων των περιεχομένων για ενήλικες, ιατρική ή βία. Το Cloud Vision, αν και μία ιδιαίτερα εξελιγμένη εφαρμογή, μπορεί να δώσει αλλοιωμένες πληροφορίες όσον αφορά τις εικόνες. Οι Hosseini et al. (2017) τροποποίησαν εικόνες που προσλάμβανε η Cloud Vision χρησιμοποιώντας αλγόριθμους με αποτέλεσμα η εφαρμογή να εξαπατάται και να επιστρέφει πληροφορίες στον χρήστη που δεν είχαν καμία σχέση με την αρχική εικόνα. Αυτή η ευαισθησία του Cloud Vision θα μπορούσε να δημιουργήσει προβλήματα όταν αυτό εφαρμόζεται στον πραγματικό κόσμο. Για παράδειγμα, ένα αυτοκίνητο που κινείται χωρίς οδηγό μπορεί να παρερμηνεύσει την παρουσία αντικειμένων όταν ο καιρός είναι βροχερός, ή ακόμη άλλες εφαρμογές που συνδέονται με το Cloud Vision να δώσουν λανθασμένες πληροφορίες στον χρήστη ή ακόμη να θεωρήσουν σημαντικές πληροφορίες ως ασήμαντες.

Google Fit

Το Google Fit είναι μια πλατφόρμα η οποία καταγράφει, συγκεντρώνει και διαχειρίζεται δεδομένα που συλλέγονται από διάφορες συσκευές που έχουν δυνατότητα Google Fit. Έχει σχεδιαστεί για έξυπνα τηλέφωνα, πινάκια, έξυπνα ρολόγια και άλλες φορητές συσκευές συμβατές με το Google Fit. Για παράδειγμα, χρησιμοποιώντας την εφαρμογή Google Fit, ο κάθε χρήστης μπορεί να συλλέξει τον αριθμό βημάτων που έχει κάνει σε ένα χρονικό διάστημα. Επίσης, χρησιμοποιώντας το έξυπνο ρολόι, ο κάθε χρήστης μπορεί να ελέγχει τον καρδιακό του ρυθμό. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν παράλληλα με άλλες εφαρμογές της Google ανάλογα με τις πληροφορίες που χρειάζεται για να ενημερωθεί ο χρήστης και οι οποίες βρίσκονται αποθηκευμένες στις βάσεις δεδομένων (Blaauw, Schenk, Jeronimus, van der Kriek, de Jonge, Aiello, Emerencia: 2016).

3.2.4. Affectiva

Η εφαρμογή αναγνώριση συναισθημάτων Affectiva αφορά την τεχνητή συναισθηματική νοημοσύνη (Artificial emotional intelligence) και ασχολείται με την αναγνώριση συναισθημάτων (Affectiva: 2019). Μέχρι σήμερα, στη βάση δεδομένων της διαθέτει 6 εκατομμύρια εικόνες προσώπων από 87 χώρες. Η διαφορά της Affectiva από άλλες εφαρμογές είναι ότι αξιολογεί το συναίσθημα μέσα από ένα πολυδιάστατο τρόπο. Η Affectiva, μαζί με την ανάλυση της έκφρασης του προσώπου, συνδυάζει τις χειρονομίες που κάνει ένα άτομο, την γλώσσα του σώματος και τον τόνο της φωνής ενός ατόμου, όπως επίσης και την μέτρηση του καρδιακού ρυθμού ενός ατόμου χωρίς τη χρήση αισθητήρα. Αυτό επιτυγχάνεται με την παρακολούθηση των αλλαγών του χρώματος στο πρόσωπο ενός ατόμου το οποίο παίρνει διάφορες αποχρώσεις κάθε φορά που η καρδιά κτυπά.

Όταν χρησιμοποιείται η έκφραση του προσώπου ως μέσο αναγνώρισης των συναισθημάτων η εφαρμογή αξιολογεί αφιλτράριστες εικόνες οι οποίες μεταφέρονται από οπτικούς αισθητήρες στη βάση δεδομένων ή μέσω μιας τυπικής κάμερας (webcam). Το λογισμικό της Affectiva αναγνωρίζει ένα πρόσωπο σε πραγματικό χρόνο ή σε βίντεο χρησιμοποιώντας αλγόριθμους οι οποίοι προσδιορίζουν, διακρίνουν και ξεχωρίζουν σημαντικά σημεία του προσώπου όπως για παράδειγμα τις γωνίες των χειλιών, τις γωνίες των ματιών κλπ. Στη συνέχεια αναλύονται τα εικονοστοιχεία (pixels) σε αυτές τις περιοχές χρησιμοποιώντας αλγόριθμους deep learning καταλήγοντας στο τελικό αποτέλεσμα που είναι το εκφραζόμενο συναίσθημα. Η Affectiva είναι βασισμένη σε επτά βασικά συναισθήματα (θυμός, περιφρόνηση, αηδία, φόβος, χαρά, θλίψη και έκπληξη) και χρησιμοποιεί πολιτισμικά emoji που προσδιορίζουν το φύλο, την ηλικία, την εθνικότητα και άλλα χαρακτηριστικά (Timme & Brand: 2020).

Παράλληλα με την χρήση εκφράσεων του προσώπου, η Affectiva αναλύει τον προφορικό λόγο (τόνος, ένταση, ταχύτητα και ποιότητα φωνής) για να αξιολογηθούν τα γεγονότα, τα συναισθήματα και το φύλο. Η Affectiva αναλύει τον προφορικό λόγο σε τακτά χρονικά διαστήματα (χιλιοστά του δευτερολέπτου και όχι στο τέλος) μέσα από ακουστικά αρχεία που έχουν δημιουργηθεί σε MP3 και σε πραγματικό χρόνο.

Η εγκυρότητα της Affectiva κυμαίνεται στο 90% και διαθέτει εκατοντάδες χιλιάδες συναισθηματικά γεγονότα, στη βάση δεδομένων της τα οποία έχουν περισυλλεγεί μέσα από αυθόρμητες εκφράσεις του προσώπου και προφορικές ομιλίες που έγιναν κάτω από

φυσικές συνθήκες όπως αλλαγές στο φωτισμό, θόρυβος στο περιβάλλον, διαφορές στην εθνικότητα, την ηλικία και το φύλο (Affectiva: 2019).

Οι προαναφερόμενες εφαρμογές, όπως και άλλες, παρομοίου τύπου, εφαρμογές που υπάρχουν στην αγορά (π.χ. Emotion Analysis API - Kairos, Sightcorp, Imotions) έχουν δημιουργηθεί με σκοπό την αναγνώριση συναισθημάτων χρησιμοποιώντας τεχνολογικά μέσα όπως φορητές συσκευές τα οποία περιγράφονται πιο κάτω.

3.3. Φορητή Τεχνολογία – Έξυπνες Συσκευές

Η φορητή τεχνολογία αναφέρεται σε ηλεκτρονικές συσκευές τις οποίες ο κάθε χρήστης μπορεί να ενσωματώσει στα ρούχα του, να τα φορέσει ως αξεσουάρ ή να τα μεταφέρει πάνω του με κάποιο τρόπο. Η φορητή τεχνολογία είναι ήδη αναπόσπαστο μέρος της καθημερινότητας μας αφού καθημερινά την χρησιμοποιούμε την χρησιμοποιούμε για δραστηριότητες όπως να παραγγείλουμε φαγητό, να εξασκηθούμε, να κοινωνικοποιηθούμε ή να εκτελέσουμε επαγγελματικές υποχρεώσεις. Ένας σημαντικός τομέας της φορητής τεχνολογίας που επίσης επηρεάζει τον κάθε χρήστη είναι και η συναισθηματική αναγνώριση που χρησιμοποιείται κυρίως για την ανίχνευση και την αναγνώριση των συναισθημάτων του κάθε χρήστη. Ορισμένες έξυπνες φορητές συσκευές που έχουν αναπτυχθεί και που υποβοηθούν στην αναγνώριση συναισθημάτων περιγράφονται πιο κάτω.

3.3.1. Google Glass

Το **Google Glass** είναι ένας φορητός υπολογιστής σε σχήμα ενός ζευγαριού γυαλιών και ο κάθε χρήστης το φορά ακριβώς όπως θα φορούσε τα γυαλιά του (Pagel & Kirshstein: 2017). Οι φακοί των γυαλιών έχουν αντικατασταθεί με μόνο μια διάφανη πρισματική οθόνη που βρίσκεται μπροστά στο δεξί μάτι. Στον δεξιό αντίχειρα των γυαλιών βρίσκεται η κάμερα και μια επιφάνεια αφής με αισθητήρες που αντιδρούν σε τρεις κύριες κινήσεις των δακτύλων. Ο χρήστης πατά ή χαϊδεύει την επιφάνεια της οθόνης ανάλογα με τις πληροφορίες που ψάχνει ή τις λειτουργίες που θέλει να ενεργοποιήσει. Το Google Glass δεν λειτουργεί από μόνο του, αλλά απαιτείται αποκλειστικά η σύνδεση μέσω κινητού τηλεφώνου ή υπολογιστή όπως και ένας λογαριασμός Google που να δίνει

πρόσβαση στον χρήστη στις λειτουργίες της Google. Με τις κινήσεις των δακτύλων του ο χρήστης ενεργοποιεί τις λειτουργίες που χρειάζεται και έτσι μπορεί να δει πληροφορίες, να βγάλει φωτογραφίες, να ανεβάσει βίντεο στο Youtube την ίδια ώρα, κ.α. Το Google Glass ενεργοποιείται άμεσα με ένα κτύπημα στην οθόνη ή με την μετακίνηση του κεφαλιού προς τα πάνω. Υπάρχει ενσωματωμένο μικρόφωνο και λειτουργία αναγνώρισης φωνής όπως και αποθηκευμένες σημαντικές εντολές. Μέσω ενός μικρού ηχείου στο πίσω μέρος του αυτιού ο χρήστης λαμβάνει ακουστικά πληροφορίες που έχει ζητήσει όπως οδηγίες πλοήγησης, ειδοποιήσεις κ.α. (Pagel & Kirshtein, 2017).

Το Google Glass έχει αξιολογηθεί στον τομέα της υγείας με την προοπτική να χρησιμοποιηθεί ως βοήθημα για όσους ασθενείς το χρειάζονται. Συγκεκριμένα, οι Way, Bemiller, Mysari και Reimers (2015) δημιούργησαν το σύστημα Electronic Localization, Elucidation and PHotographic Assistive Notification Technology system (ELEPHANT), για να βοηθήσουν όσους ανθρώπους αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα μνήμης όπως για παράδειγμα άνθρωποι που υποφέρουν από τη νόσο Άλτσχαιμερ. Στόχος του ELEPHANT ήταν να προσδιορίσει ή να ανακαλύψει καινούρια γεγονότα στην και να λειτουργήσει υποστηρικτικά στην καθημερινότητα του ατόμου. Οι Way, Bemiller, Mysari και Reimers (2015) χρησιμοποίησαν την πλατφόρμα του Google Glass ως μέσο για να ανακτηθούν οι αναμνήσεις των χρηστών μέσα από φωτογραφικό υλικό και δίνοντας παράλληλα πληροφορίες για την τοποθεσία που περιγράφει η κάθε φωτογραφία, την δραστηριότητα, την ημερομηνία και την ώρα που θα βοηθούσαν τους χρήστες.

Το Google Glass θα βοηθούσε ιδιαίτερα τα άτομα με Άνοια και νόσο του Άλτσχαιμερ μέσα από τις λειτουργίες που παρέχει η Google αν λάβουμε υπόψη τις ιδιαιτερότητες των ατόμων αυτών σε σχέση με τα συμπτώματα της νόσου και πώς αυτή επηρεάζει την καθημερινότητά τους. Συγκεκριμένα, ένα άτομο με νόσο του Άλτσχαιμερ θα μπορούσε να φορά το Google Glass και να βγει για περίπατο χωρίς να συντρέχει κίνδυνο να χαθεί και να πανικοβληθεί. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί προγραμματίζοντας τη συσκευή Google Glass του χρήστη εξ αρχής προσθέτοντας υπενθυμίσεις και προτροπές σχετικές με τον προορισμό του χρήστη. Επίσης, χρησιμοποιώντας το Google Maps ο χρήστης παίρνει οδηγίες βήμα προς βήμα και μπορεί να φτάσει στον προορισμό του με ασφάλεια. Συνδυάζοντας GPS tracking, το Google Glass μπορεί να βοηθήσει την οικογένεια του χρήστη να τον εντοπίσει έγκαιρα. Στην περίπτωση που δεν μπορεί να διευκρινιστεί η

ακριβής τοποθεσία που βρίσκεται ο χρήστης, η Google Glass διαθέτει βίντεο με τέτοια τεχνολογία που η οικογένεια του χρήστη μπορεί να δει τον περίγυρο στο περιβάλλον που βρίσκεται ο χρήστης και να τον χρησιμοποιήσουν ως ένδειξη για τον τόπο που βρίσκεται. Ακόμη ένας τρόπος που θα μπορούσε το Google Glass να βοηθήσει τα άτομα με Άνοια και νόσο του Άλτσχαιμερ είναι η χρήση του ως μέσο υποστήριξης της μνήμης. Το Google Glass θα μπορούσε να προγραμματιστεί βάσει του κοινωνικού δικτύου του χρήστη και να δώσει πληροφορίες που αφορούν ανθρώπους που αλληλοεπιδρά ο χρήστης βάσει της αναγνώρισης προσώπου. Με αυτό τον τρόπο αποφεύγεται ο χρήστης μπορεί να θυμηθεί με ποιο άτομο έχει συναντηθεί χωρίς να νιώσει μειονεκτικά. Με τον ίδιο τρόπο ο χρήστης θα μπορούσε να αναγνωρίσει τα συναισθήματα των ανθρώπων γύρω του όπως και οι γύρω του να αναγνωρίσουν τα δικά του συναισθήματα. Αν και στο παρόν στάδιο το Google Glass δεν επιτρέπει την αναγνώριση προσώπων λόγω παραβίασης της ιδιωτικότητας των ανθρώπων, μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί για την αναγνώριση των συναισθημάτων του χρήστη μέσω του Google Fit ή άλλων εφαρμογών της Google.



Εικόνα 6. Google Glasses

3.3.2. Έξυπνα Ρολόγια (Smart Watches)

Τα έξυπνα ρολόγια είναι φορητές συσκευές που έχουν σχεδιαστεί για να φοριούνται στον καρπό του χεριού. Όπως και τα έξυπνα τηλέφωνα, διαθέτουν οθόνη αφής, προσφέρουν εφαρμογές, καταγράφουν τον καρδιακό ρυθμό και άλλα ζωτικά στοιχεία αφού είναι

συνδεδεμένα με μεγαλύτερες βάσεις δεδομένων μέσω σύνδεσης με έξυπνο τηλέφωνο. Προορίζονται για καθημερινή χρήση ή για συγκεκριμένους σκοπούς και έχουν τη δυνατότητα να προσφέρουν ειδοποιήσεις για σημαντικά θέματα, από ραντεβού μέχρι και τραυματισμό του χρήστη. Επιπρόσθετα, τα έξυπνα κινητά διαθέτουν εφαρμογές μουσικής, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να απαντήσει τα μηνύματα του φωνητικά, να ανιχνεύσει τα ζωτικά στοιχεία του καθώς ασκείται και η παρουσία GPS μπορεί να οδηγήσει στην τοποθεσία που βρίσκεται ο χρήστης.

Όπως και άλλες φορητές συσκευές έτσι και το έξυπνο ρολόι έχει χρησιμοποιηθεί σε έρευνες αναγνώρισης συναισθημάτων. Οι Quiroz, Geangu και Yong (2018) μελέτησαν τα δεδομένα που είχαν συλλέξει μέσω των αισθητήρων κίνησης ενός έξυπνου ρολογιού σε 50 συμμετέχοντες που ασκούνταν. Στόχος των ερευνητών ήταν να αποδείξουν ότι από αυτά τα δεδομένα μπορούν να εξαγάγουν τη συναισθηματική κατάσταση ενός ατόμου. Από τα αποτελέσματα της έρευνας διεφάνει ότι το έξυπνο ρολόι είναι ένα πολύ καλό και έγκυρο μέσο για να ανιχνευτούν αλλαγές στην συναισθηματική κατάσταση ενός ατόμου όπως και αντιδράσεις στη συμπεριφορά. Πέραν τούτου, οι Quiroz, Geangu και Yong (2018) υπέδειξαν ότι οι φορητές έξυπνες συσκευές είναι χρήσιμες στη διάγνωση και την παρακολούθηση συγκεκριμένων διαταραχών όπως κοινωνικό άγχος και οριακή διαταραχή προσωπικότητας. Επίσης, οι ερευνητές τονίζουν ότι, ενώ οι περισσότερες έρευνες επικεντρώνονται στην αυτό-αξιολόγηση των συμμετεχόντων για να αξιολογήσουν την συναισθηματική τους κατάσταση, όταν όμως δεδομένα από την κίνηση του χρήστη συνδυαστούν με δεδομένα που συλλέχθηκαν από ακτινογράφο, αυτό συμβάλλει και προσθέτει στις ανάγκες αξιολόγησης από τους επαγγελματίες υγείας. Επιπρόσθετα, τα δεδομένα της έρευνας, μπορούν να βοηθήσουν ευαίσθητους πληθυσμούς όπως ηλικιωμένους ή Ανοιακούς που υποφέρουν από συναισθηματική αστάθεια και κοινωνική απομόνωση (Quiroz, Geangu, & Yong: 2018).



Εικόνα 7. Έξυπνο Ρολόι

3.3.3. Έξυπνα τηλέφωνα

Τα έξυπνα τηλέφωνα είναι στη ζωή μας εδώ και αρκετό καιρό και έχουν δώσει περισσότερη ελευθερία στις κινήσεις κάθε χρήστη μέσα από τις δυνατότητες τους. Ένα έξυπνο τηλέφωνο, είναι ένα είδος φορητού τηλεφώνου και πολλαπλών χρήσεων υπολογιστική μηχανή. Διαφέρει από άλλα τηλέφωνα λόγω των πολλαπλών δυνατοτήτων του όπως και του λειτουργικού συστήματος τηλεφωνίας που χρησιμοποιεί. Τα βασικότερα στοιχεία που διαθέτει ένα έξυπνο τηλέφωνο είναι το διαδίκτυο συμπεριλαμβανομένου και GPS, μουσική, βίντεο, φωτογραφίες, μηνύματα. Πέραν τούτων, έχει την ευχέρεια ως υπολογιστική μηχανή να χρησιμοποιήσει εφαρμογές που ο κάθε χρήστης μπορεί να επιλέξει και να χρησιμοποιήσει για τις ανάγκες του.

Τα έξυπνα τηλέφωνα έχουν χρησιμοποιηθεί στην αναγνώριση συναισθημάτων διαχρονικά. Πρόσφατα, οι Καλογήρου, Καλληπολίτης και Μαγκλογιάννης (2020) παρουσίασαν ένα σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων σε χρήστες έξυπνων τηλεφώνων αναλύοντας τα βιολογικά σήματα του κάθε χρήστη, την έκφραση στο πρόσωπο, στη φωνή κ.α. Για την συλλογή των πληροφοριών χρησιμοποιήθηκαν αισθητήρες που ήταν εφαρμοσμένοι στο έξυπνο τηλέφωνο του κάθε χρήστη και μια εφαρμογή που είχε εγκατασταθεί στο έξυπνο τηλέφωνο του κάθε χρήστη. Ο κάθε χρήστης ήταν υποχρεωμένος να έχει το έξυπνο τηλέφωνο του στην τσέπη του καθ' όλη της περίοδο διεξαγωγής της έρευνας. Τα συναισθήματα είχαν ταξινομηθεί σε έξι κατηγορίες – ευτυχία, ουδετερότητα, θλίψη, αηδία, φόβος, έκπληξη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το σύστημα που χρησιμοποίησαν οι Καλογήρου και άλλοι (2020) ταξινομεί τα συναισθήματα του κάθε χρήστη με 82.83% ακρίβεια, αλλά παράλληλα δεικνύει ότι η αναγνώριση συναισθημάτων ενός χρήστη είναι εφικτή όταν χρησιμοποιηθεί μια φιλική προς τον χρήστη μέθοδος.

Κεφάλαιο 4

Συστήματα Αναγνώρισης Συναισθημάτων

4. 1. Εισαγωγή

Το διαδίκτυο και τα υπολογιστικά συστήματα έχουν γίνει αναπόσπαστο μέρος της καθημερινότητας μας. Χρησιμοποιούμε την τεχνολογία στην εργασία, την επικοινωνία, την κοινωνικοποίηση. Αυτή η αλληλεπίδραση, ανθρώπου και υπολογιστικών συστημάτων, έχει βοηθήσει μέχρι σήμερα να κατανοήσουμε, πώς οι άνθρωποι χρησιμοποιούν αυτά τα συστήματα με στόχο να σχεδιαστούν περισσότερο προηγμένα συστήματα που να καλύπτουν τις ανάγκες του κάθε χρήστη. Με την ίδια λογική, η ανάγκη ενός συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων είναι επιβεβλημένη, ειδικά όταν αυτό απευθύνεται σε ασθενείς με χρόνιες ασθένειες όπως η Άνοια και η νόσο Άλτσχαιμερ.

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της νόσου του Άλτσχαιμερ, πολλές φορές δεν επιτρέπουν στον ασθενή να αναγνωρίσει τις επιπτώσεις της δικής του συμπεριφοράς απέναντι στα συναισθήματα των άλλων, αλλά και οι άλλοι να αναγνωρίσουν με ακρίβεια τα συναισθήματα του, ειδικά οι οικείοι και το ιατρικό προσωπικό. Κατ' επέκταση ένα σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων σε πραγματικό χρόνο θα μπορούσε να ενσωματωθεί στην τηλεϊατρική, με στόχο να ανιχνεύει τα συναισθήματα των χρηστών με νόσο Άλτσχαιμερ, να υποβοηθά τον χρήστη να αναγνωρίζει τα συναισθήματα των άλλων, ώστε να μπορεί να αλλάζει τη συμπεριφορά του ανάλογα, χωρίς να μπαίνει στον κίνδυνο να περιθωριοποιείται κοινωνικά ή να κινδυνεύει η υγεία του.

Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στις ανάγκες που προκύπτουν για τη δημιουργία ενός συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων και ακολουθεί εισήγηση και περιγραφή ενός συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων που θα μπορούσε αρχικά να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητά του και στη συνέχεια να ενσωματωθεί στην τηλεϊατρική.

4.2. Ανάγκες που προκύπτουν για τη δημιουργία συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων

Για τη δημιουργία ενός συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων σε πραγματικό χρόνο είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη οι ιδιαιτερότητες της νόσου Άλτσχαιμερ όπως και οι ανάγκες που δημιουργεί η νόσος στους ασθενείς. Συγκεκριμένα,

(α) η νόσος Άλτσχαιμερ φέρνει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του ασθενή και στην καθημερινότητα του, κατ' επέκταση ένα άτομο με νόσο Άλτσχαιμερ να χρειάζεται συνεχές ιατροφαρμακευτική φροντίδα. Πέραν τούτου,

(β) δευτερεύον διαταραχές (κατάθλιψη, αυπνία, κ.α.) που αναπτύσσονται σε ένα άτομο με νόσο Άλτσχαιμερ οφείλονται στη νόσο με αποτέλεσμα ένα σεβαστό ποσοστό ασθενών να φτάνει στον υποσιτισμό. Οι δευτερεύον διαταραχές, χρειάζεται να αντιμετωπιστούν και αυτές με επαγγελματική φροντίδα, περίθαλψη και συστηματική παρακολούθηση και στήριξη του ασθενή,

(γ) τα άτομα με νόσο Άλτσχαιμερ, ανάλογα με την σοβαρότητα της κατάστασης τους, είτε μπαίνουν σε κάποιο ίδρυμα είτε παραμένουν σπίτι. Αυτό εξ' υπακούει την ανάγκη για παρακολούθηση του ασθενή από επαγγελματίες υγείας και υποστηρικτικό προσωπικό για την ασφάλεια του,

(δ) λόγω της δύσκολης αντιμετώπισης της νόσου Άλτσχαιμερ, τα οικεία πρόσωπα του ασθενή συνήθως παρουσιάζουν και αυτά ψυχικές διαταραχές (π.χ. άγχος, μελαγχολία), με αποτέλεσμα να δυσκολεύονται να προσφέρουν φροντίδα και στήριξη στον ασθενή,

(ε) η νόσος Άλτσχαιμερ είναι προοδευτική νόσος, απαιτεί συνεχής φροντίδα προς τον ασθενή με ένα υψηλό οικονομικό κόστος. Για την αντιμετώπιση αυτού του υψηλού οικονομικού κόστους, μέλη από το οικείο περιβάλλον αναγκάζονται να διακόψουν την εργασία τους για να φροντίζουν τον ασθενή, κατ' επέκταση, προκύπτει η ανάγκη για παρακολούθηση του ασθενή στο προσωπικό του περιβάλλον,

(στ) η διαδικασία αναγνώρισης συναισθημάτων είναι γενικά μια αυτόματη διαδικασία και πολυσύνθετη που η εκτέλεση της δυσκολεύει με την ηλικία, μειώνοντας την ικανότητα αναγνώρισης των εκφράσεων του προσώπου, τα ειδικά σημεία έκφρασης του συναισθήματος στο πρόσωπο (μάτια, στόμα, μέτωπο, μύτη),

(ζ) τα άτομα με νόσο Άλτσχαιμερ, όπως και σε άλλες εκφυλιστικές διαταραχές, χάνουν σταδιακά την ικανότητα τους να αναγνωρίσουν αυτόματα το συναίσθημα στο πρόσωπο κάποιου ατόμου οικείου ή ξένου,

(η) τα άτομα με νόσο του Άλτσχαιμερ χάνουν σταδιακά βασικές γνωστικές λειτουργίες που υπό κανονικές συνθήκες θα βοηθούσαν στην αναγνώριση καταστάσεων με επικινδυνότητα

(θ) τα βιοσήματα των ηλικιωμένων ανθρώπων και κατ' επέκταση των ατόμων με νόσο Άλτσχαιμερ πολλές φορές μοιάζουν με βιοσήματα που εκδηλώνουν έντονα συναισθήματα, όπως για παράδειγμα, το συναίσθημα του φόβου προκαλεί ταχυπαλμία, ρηχή και γρήγορη αναπνοή.

Έχοντας υπόψη αυτές τις ανάγκες, έχει προδιαγραφεί ένα σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων που πιστεύεται ότι θα βοηθήσει τα άτομα με νόσο Άλτσχαιμερ να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής τους, όπως και να βοηθηθούν οι επαγγελματίες υγείας στον τρόπο που χειρίζονται και περιθάλπουν αυτούς τους ανθρώπους.

4.3. Προδιαγραφές ενός συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων

Όπως έχει προαναφερθεί, η αναγνώριση συναισθημάτων οφείλεται σε λεκτικά και μη λεκτικά σήματα. Μέχρι σήμερα έχουν δημιουργηθεί υπολογιστικά συστήματα και αυτοματοποιημένες μηχανές αναγνώρισης συναισθημάτων που περιλαμβάνουν και αναλύουν σχεδόν όλα τα λεκτικά σήματα και μη λεκτικά σήματα (έκφραση προσώπου, φωνητικές εκφράσεις, στάση του σώματος και φυσιολογικές αντιδράσεις). Παρόλα αυτά, η αποτελεσματικότητα τους όσον αφορά την ορθότητα της αναγνώρισης του συναισθήματος είναι άγνωστη. Ο Mehrabian (2008) ανέφερε ότι ένας άνθρωπος, για να αναγνωρίσει ένα συναίσθημα στηρίζεται κατά 7% στον προφορικό λόγο, 38% στις φωνητικές εκφράσεις και 55% στις εκφράσεις του προσώπου. Αυτό δείχνει ότι οι άνθρωποι στηρίζονται λιγότερο στη στάση του σώματος και στις φυσιολογικές αντιδράσεις του σώματος και στηρίζονται

περισσότερο στις εκφράσεις του προσώπου και στις φωνητικές εκφράσεις. Επίσης, οι άνθρωποι μπορούν να ανιχνεύσουν εκφράσεις προσώπου που εκφράζουν τα έξι βασικά από 70% μέχρι 98% επιτυχία. Όμως στην περίπτωση των ατόμων με νόσο Άλτσχαιμερ, κάθε πληροφορία που μπορεί να περισυλλεγεί είναι σημαντική για την παρακολούθηση της υγείας του ασθενή με νόσο Άλτσχαιμερ από όπου και αν βρίσκεται, είτε στο σπίτι του, είτε σε ιδρύματα νοσηλείας. Σε αυτά τα πλαίσια, ακολουθεί εισήγηση για ένα αυτοματοποιημένο σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων που έχει την τεχνική ικανότητα να λειτουργεί σε πραγματικό χρόνο, να είναι εξαιρετικά ακριβής, να συνδυάζει τις συναισθηματικές εκφράσεις του προσώπου και της έκφρασης της φωνής, δηλαδή να μπορεί να μιμηθεί αισθητηριακές ικανότητες του ανθρώπινου αισθητηριακού συστήματος (π.χ. όραση, ακοή), να μετρά βιοσήματα όπως καρδιακό παλμό, να αναλύει αλλαγές στο βηματισμό του χρήστη και να τις συνδέει με τα συναισθήματα.

4.3.1. Προδιαγραφές συστήματος

Για το σχεδιασμό του συστήματος χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες κατευθυντήριες γραμμές:

(α) Το εύρος των συναισθημάτων που θα χρησιμοποιείται είναι τα διακριτά συναισθήματα του Ekman (1999) που χαρακτηρίζονται από έξι παγκόσμιες εκφράσεις συναισθημάτων καθώς αυτές είναι παγκοσμίως κατανοητές και αναγνωρισμένες και θα ακολουθείται το διπολικό μοντέλο του Russel (Mayne & Ramsey: 2001).

(β) Διακριτικότητα: Το σύστημα και λογισμικό για την αναγνώριση συναισθημάτων που έχει επιλεγεί διαθέτει μια δυνατή βάση δεδομένων εικόνων όπως και την ικανότητα υψηλής ανάλυσης ώστε να μπορεί να δώσει ορθές πληροφορίες για την κάθε έκφραση συναισθήματος που αναλύει. Αυτό είναι σημαντικό γιατί υπάρχουν εκφράσεις που συγχέονται συχνά, είτε επειδή έχουν παρόμοια εμφάνιση, είναι επιρρεπείς να εμφανίζονται σε πανομοιότυπες καταστάσεις ή είναι πιθανό να εμφανιστούν με γρήγορη διαδοχή.

(γ) Οι φορητές συσκευές που έχουν επιλεγούν είναι τέτοιες που να μην δημιουργεί πρόβλημα στην καθημερινότητα του χρήστη. Είναι ευκολόχρηστες, άνετες και να διαθέτουν τις απαιτούμενες λειτουργίες για τον σκοπό που έχουν επιλεγεί (αναγνώριση συναισθημάτων μέσω της έκφρασης του προσώπου, του τρόπου βάδισης και χειρισμού του σώματος, βιομετρικά χαρακτηριστικά όπως καρδιακό ρυθμό, θερμοκρασία του δέρματος κ.α.).

(δ) Αυτόματη μέτρηση βιομετρικών - αγωγιμότητας δέρματος (καρδιακοί παλμοί, ρυθμός αναπνοής, πίεσης αίματος, οξυγόνο.

(ε) Μέτρηση και ανάλυση σε πραγματικό χρόνο των εκφράσεων του προσώπου και των κινήσεων του κεφαλιού, με χρήση ψηφιακών βίντεο κάμερα.

(στ) Μέτρηση και ανάλυση σε πραγματικό χρόνο της ομιλίας

(ζ) Μέτρηση και ανάλυση του βηματισμού σε πραγματικό χρόνο μέσω βίντεο κάμερα με αισθητήρες τοποθετημένους στο χώρο που κινείται ο ασθενής

4.3.2. Αρχιτεκτονική Συστήματος

Το σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων που παρουσιάζεται αφορά την υιοθέτηση ενός πολυδιάστατου αυτοματοποιημένου συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων που χρησιμοποιεί την τεχνολογία και τα αλγοριθμικά συστήματα της Affectiva Affdex (αναφορά για την Affectiva γίνεται στο κεφ. 3) παράλληλα με την πλατφόρμα iMotions™ για βιομετρική έρευνα (iMotions.com). Η Affectiva Affdex χρησιμοποίησε ως βάση τον αλγόριθμο Viola Jones Cascaded Classifier (Viola & Jones: 2004) ο οποίος έχει τη δυνατότητα να επεξεργάζεται πρόσωπα σε ψηφιακά βίντεο με μεγάλη ταχύτητα και ευκολία περιορίζοντας την λεπτομερή ψηφιακή αναζήτηση και διαμόρφωση σε 34 ορόσημα στο πρόσωπο (π.χ., μύτη, άκρη πηγούνι, γωνίες ματιών). Τα δεδομένα τροφοδοτούνται σε έναν αλγόριθμο ταξινόμησης που μεταφράζει τις σχετικές θέσεις και κινήσεις των ορόσημων σε 20 ενέργειες προσώπου (π.χ., ανοιχτό το στόμα, σηκωμένο φρύδι). Η ταξινόμηση που εφαρμόζει η Affectiva Affdex βασίζεται στο Facial Action Coding System (FACS), ένα ευρέως διαδεδομένο σύστημα κωδικοποίησης των εκφράσεων του προσώπου που ανέπτυξαν οι Ekman και Friesen (1978) χρησιμοποιώντας την ανθρώπινη ανατομία και ορίζοντας τον τρόπο με τον οποίο μια μεμονωμένη ή σε συνδυασμό σύσπαση κάθε μυός του προσώπου αλλάζει την εμφάνιση του προσώπου. Οι μονάδες μέτρησης του FACS είναι τα Action Units (AUs) και όχι ο αριθμός κινήσεων των μυών επειδή ορισμένα AUs συνδυάζουν την κίνηση περισσοτέρων του ενός μυός ή το αποτέλεσμα της σύσπασης ενός μυός εκφράζεται με δύο ή περισσότερα AUs.

Η βάση δεδομένων iMotions επιτρέπει τη συλλογή πολλαπλών ροών δεδομένων από βιοαισθητήρες σε μία μόνο πλατφόρμα παρέχοντας ευελιξία και ευκολία χρήσης στον

χειριστή. Η iMotions χρησιμοποιείται για την ανίχνευση του πόνου χρησιμοποιώντας ανάλυση έκφρασης προσώπου, χρησιμοποιείται στην έρευνα της θεραπείας τους άγχους με εικονική πραγματικότητα και αυτοματοποιημένους ηλεκτρονικούς σχεδιασμούς (EDA), όπως και μεταβλητότητα καρδιακού ρυθμού (HRV). Επιπρόσθετα, χρησιμοποιείται με ηλεκτροεγκεφαλογραφήματα (EEG) παρακολούθηση ματιών (eye tracking) και διερευνά τις συμπεριφορές επικοινωνίας του επαγγελματία υγείας με τον ασθενή Kulke, Feyerabend, Schacht (2020).

Αυτοματοποιημένη αναγνώριση και ανάλυση συναισθήματος σε εικόνα προσώπου

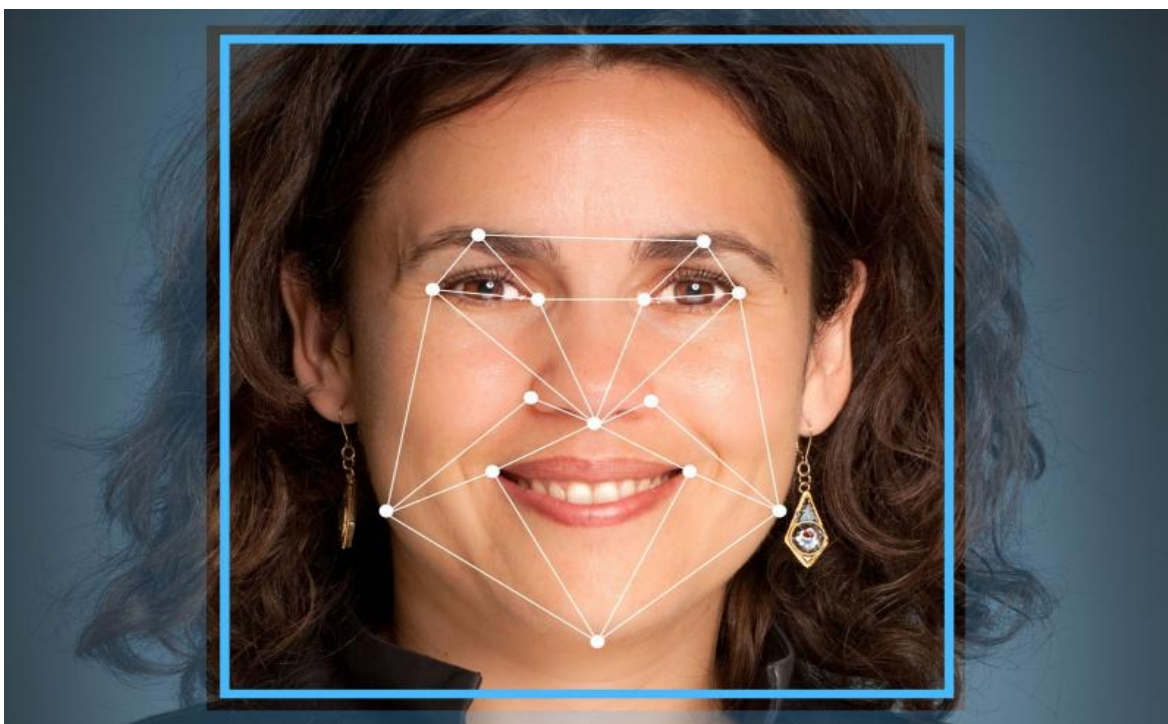
Κατά τη διαδικασία αναγνώρισης συναισθήματος μέσα από τις εκφράσεις του προσώπου ανιχνεύονται οι βασικές περιοχές του προσώπου που εκδηλώνεται κυρίως η έκφραση του συναισθήματος. Οι περιοχές αυτές είναι (α) τα μάτια που συνήθως αλλάζουν σχήμα (εσωτερική και εξωτερική γωνία του ματιού) όταν εκφραζόμαστε όπως και οι ρυτίδες γύρω από αυτά, (β) το μέτωπο όπου δημιουργούνται και πάλι ρυτίδες έκφρασης, (γ) η μύτη και η περιοχή γύρω από αυτή όπου δημιουργούνται ρυτίδες έκφρασης, (δ) το στόμα το οποίο αλλάζει έκφραση με το κάθε συναίσθημα που εκφράζεται.

Όταν εκτελείται η αυτοματοποιημένη ανάλυση προσώπου το πρόσωπο του χρήστη καταγράφεται συνεχώς στη βάση δεδομένων της Affectiva μέσω των βίντεο κάμερα που είναι τοποθετημένες στο χώρο που βρίσκεται ο χρήστης (π.χ. δωμάτιο νοσηλευτηρίου).

Οι ίδιες βίντεο κάμερα ενεργοποιούνται μέσω αισθητήρων για να καταγράφουν παράλληλα και την σωματική κίνηση του χρήστη. Όλες οι πληροφορίες από τις βίντεο κάμερα καταγράφονται στο σύστημα της Affectiva Affdex το οποίο αναλύει συνεχώς όλες τις εκφράσεις του προσώπου από κάθε γωνία προσφέροντας αποτελέσματα για τουλάχιστον 20 διακριτές εκφράσεις (π.χ. συνοφρύωση, σφίξιμο των χειλιών, σφίξιμο της μύτης, κ.α.).

Η ταχύτητα ανάλυσης του Affectiva Affdex είναι αρκετά γρήγορη ώστε να αναλύει τουλάχιστον 30 φωτογραφίες για κάθε δευτερόλεπτο (Affectiva.com).

Στην περίπτωση που ο χρήστης θα είναι αυτός που θα πρέπει να αναγνωρίσει τα συναισθήματα των άλλων, τότε χρησιμοποιώντας έξυπνα γυαλιά (Smart Glasses) και μέσω του ιδίου συστήματος (Affectiva Affdex και iMotions), θα μπορεί να πάρει όλες τις αναγκαίες πληροφορίες για να μπορέσει να αναγνωρίσει τα συναισθήματα του συνομιλητή του.



Εικόνα 8. Αυτοματοποιημένη αναγνώριση και ανάλυση συναισθήματος σε εικόνα προσώπου

Βιομετρικά

Η ανίχνευση και καταγραφή της αγωγιμότητας του δέρματος, εκτελείται με την χρήση του φορητού βιοαισθητήρα Q sensor, της Affectiva που υποστηρίζεται από την iMotion. Ο αισθητήρας-βραχιόλι είναι διασυνδεδεμένος με την iMotion και ανιχνεύει και καταγράφει σε πραγματικό χρόνο τα βιομετρικά του στοιχεία καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Η χρήση βιοαισθητήρα θεωρείται αξιόπιστη μέτρηση του συναισθήματος αφού βασίζεται στη λειτουργία του συμπαθητικού νευρικού συστήματος. Συγκεκριμένα, η ηλεκτροδερμική δραστηριότητα (EDA) αξιολογείται με βάση τον αριθμό των ενεργών αδένων εφίδρωσης που βρίσκονται στα χέρια και στα πόδια και που ελέγχεται από το συμπαθητικό νευρικό σύστημα. Η καταγραφή των βιομετρικών στοιχείων του ασθενή δίνει πληροφορίες για το συμπεριφορικό προφίλ του και συμβάλλει στη βελτίωση της υγείας του και της ποιότητας ζωής της καθημερινότητας του. Οι βιομετρικοί αισθητήρες παρέχουν τα στοιχεία που απαιτούνται για την εξαγωγή του συμπεριφορικού προφίλ του ασθενούς, καθώς και για την ανίχνευση ανεπιθύμητων ενεργειών που δεν σχετίζονται με τη σωματική υγεία ή το περιβάλλον. Όλα τα δεδομένα που συλλέγονται από τον χρήστη, καταλήγουν στη βάση δεδομένων όπου αναλύονται, συσχετίζονται, δίνοντας το τελικό αποτέλεσμα – το συναίσθημα που εκφράζει ο χρήστης.



Εικόνα 9. Μέτρηση Βιομετρικών με Q Sensor (Affectiva)

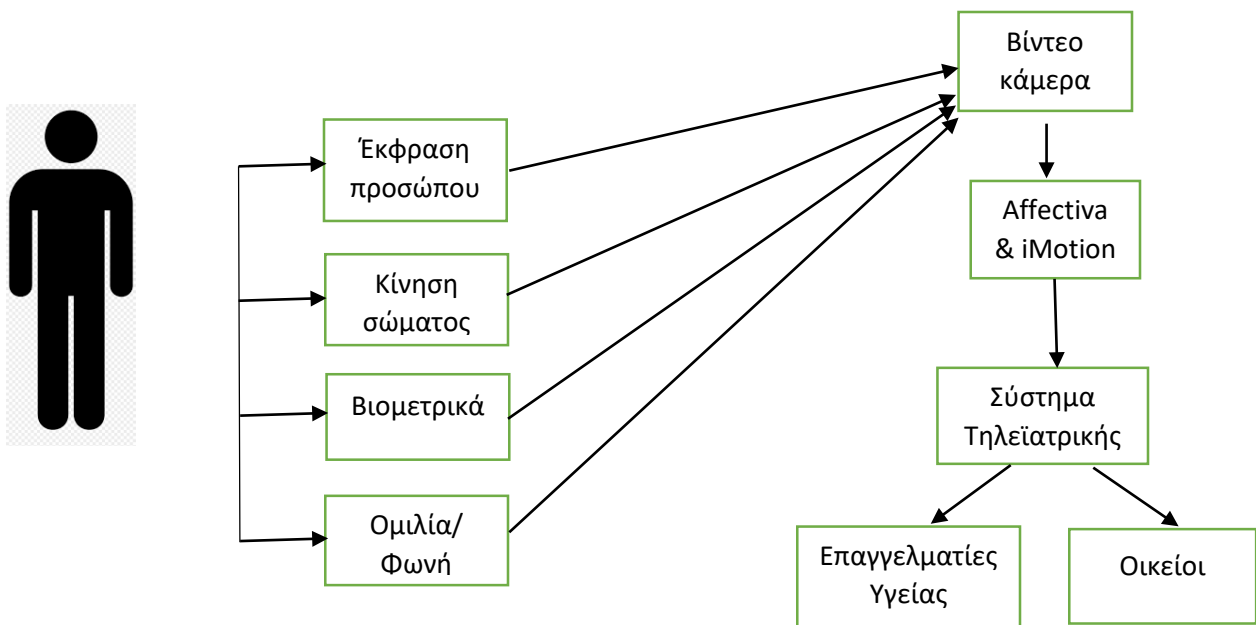
Διαχείριση των δεδομένων

Όλα τα δεδομένα που συλλέγονται από τον χρήστη, καταλήγουν στη βάση δεδομένων όπου αναλύονται, συσχετίζονται και ενοποιούνται για να δημιουργηθεί το προφίλ του χρήστη το οποίο συμπεριλαμβάνει τα χαρακτηριστικά του προσώπου, τον σωματότυπο, τα ζωτικά σημεία τα οποία θα βοηθήσουν το σύστημα να πάρει την τελική απόφαση – αντίδραση δηλαδή να ειδοποιήσει το γιατρό για παράδειγμα μέσω μηνύματος.

Παράδειγμα Α λειτουργίας του προτεινόμενου συστήματος

Ο ασθενής με νόσο Άλτσχαιμερ βρίσκεται στο δωμάτιο του στο νοσηλευτήριο μόνος και κοιτάζει έξω από το παράθυρο και φαίνεται να παρακολουθεί κάποια παιδιά που παίζουν απέναντι στο πάρκο. Οι αισθητήρες που είναι συνδεδεμένοι με την βίντεο κάμερα δεν λαμβάνουν δεδομένα σωματικής κίνησης αφού ο ασθενής αρχικά στέκεται στο παράθυρο ακίνητος όμως λαμβάνουν εικόνες από εκφράσεις στο πρόσωπο του ασθενή και από η αλλαγή στο ρυθμό της αναπνοής. Ο ασθενής σταδιακά αρχίζει να βηματίζει πάνω κάτω και κινεί τα χέρια του νευρικά. Σε αυτή την περίπτωση οι αισθητήρες που υπάρχουν στο δωμάτιο και καταγράφουν την κάθε κίνηση του ασθενή μεταφέρουν τα δεδομένα στη βάση δεδομένων μαζί με τις υπόλοιπες πληροφορίες που έχουν μαζευτεί. Οι εναλλασσόμενες εκφράσεις στο πρόσωπο του που ανιχνεύονται, αναλύονται από το λογισμικό και καταλήγουν ότι ο ασθενής βιώνει συναισθήματα θυμού για το γεγονός ότι είναι ανήμπορος και αναγκασμένος να βρίσκεται στο νοσηλευτήριο και θλίψης γιατί πολύ θα ήθελε να βρίσκεται κοντά στα παιδιά και τα εγγόνια του. Στη συνέχεια ο ασθενής αρχίζει να κλαίει.

Αυτή η συναισθηματική ένταση που νιώθει συνεχίζει να καταγράφεται μέσω των αισθητήρων στο δωμάτιο και της βίντεο κάμερας και επιβεβαιώνονται τα συναισθήματα που νιώθει. Παράλληλα, η ηλεκτροδερμική δραστηριότητα (αύξηση του καρδιακού παλμού, η εφίδρωση στο δέρμα) ενεργοποιεί τον αισθητήρα βραχιόλι που μεταφέρει τις αλλαγές των βιομετρικών του ασθενή στην βάση δεδομένων τις οποίες ανιχνεύει μέσω σύγκρισης με τα φυσιολογικά πρότυπα των βιομετρικών μετρήσεων. Όλα τα δεδομένα συσχετίζονται και αναλύονται με τα δεδομένα που λήφθηκαν από την έκφραση του προσώπου. Το σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων έχει αναγνωρίσει ότι ο ασθενής βιώνει ένα αρνητικό συναίσθημα (πρώτα θυμό και μετά θλίψη) με αποτέλεσμα να αυξηθεί ο καρδιακός παλμός και η πίεση του. Το αποτέλεσμα αυτό μεταφέρεται στο σύστημα του νοσηλευτηρίου και ενημερώνεται άμεσα το ιατρικό προσωπικό το οποίο πηγαίνει στο δωμάτιο του ασθενή για να τον καθησυχάσει. Συμπερασματικά, το σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων έχει λειτουργήσει αμφίπλευρα επικοινωνώντας στους επαγγελματίες υγείας τα συναισθήματα ενός ασθενή που αδυνατεί να εκφραστεί λόγω της νόσου, ο ασθενής έχει λάβει άμεση βοήθεια από τους επαγγελματίες υγείας και έχει γνωστοποιηθεί στο οικείο περιβάλλον του μέσω του συστήματος η συναισθηματική κατάσταση του ασθενή.



Σχήμα 2. Διαγραμματική αρχιτεκτονική προτεινόμενου συστήματος

Παράδειγμα Β λειτουργίας του προτεινόμενου συστήματος

Ο ασθενής βρίσκεται στον κήπο του νοσηλευτηρίου και απολαμβάνει την ηρεμία της φύσης και την ηλιόλουστη μέρα διαβάζοντας το βιβλίο του. Βλέπει να τον προσεγγίζει κάποιος άντρας τον οποίο αδυνατεί να αναγνωρίσει. Αρχίζει να νιώθει άβολα (εφίδρωση δέρματος, αύξηση καρδιακού παλμού, πιο γρήγορη και ρηχή αναπνοή). Αυτόματα, ενεργοποιείται το λογισμικό στα έξυπνα γυαλιά που φορά. Οι πληροφορίες από την ανάλυση της έκφρασης του άντρα που προσεγγίζει μεταφέρονται στο σύστημα της Affectiva το οποίο με τη σειρά του επιστρέφει πίσω στον χρήστη την πληροφορία για τον άντρα που τον προσεγγίζει. Είναι ο νοσηλευτής που παίζουν μαζί σκάκι. Ο χρήστης καθησυχάζεται, τα βιοσήματα του τα οποία δεν πρόλαβαν να ξεπεράσουν τα πρότυπα του προφίλ του που είναι καταχωρημένα στη βάση δεδομένων επανέρχονται και έτσι δεν στέλνεται ειδοποίηση από το σύστημα τηλεϊατρικής στους επαγγελματίες υγείας για να βοηθήσουν τον χρήστη.

Κεφάλαιο 5

Επίλογος

5.1.Συμπεράσματα και Εισηγήσεις

Η νόσος Άλτσχαιμερ είναι μια εκφυλιστική νόσος χωρίς προβλεπόμενη θεραπεία που επηρεάζει όλο και περισσότερους ανθρώπους κάθε χρόνο ανά το παγκόσμιο. Η συμπτωματολογία της νόσου είναι ιδιαίτερα περίπλοκη με πολλές προκλήσεις τόσο για τους νοσούντες όσο και για όσους λαμβάνουν μέρος στη φροντίδα τους. Η ικανότητα αναγνώρισης συναισθημάτων είναι μία από τις επηρεαζόμενες λειτουργίες που φέρει αρνητικές επιπτώσεις στην καθημερινότητα των ατόμων με νόσο Άλτσχαιμερ αφού δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν τη συναισθηματική κατάσταση των άλλων ανθρώπων από την έκφραση του προσώπου, τις κινήσεις του σώματος και τις φωνητικές διακυμάνσεις αλλά και να επικοινωνήσουν τα δικά τους συναισθήματα (Gonçalves et al., 2018: 5270, Ruffman, Henry, Livingstone, & Phillips 2008: 863). Παρόλα αυτά, η συναισθηματική έκφραση είναι μία διαφανής διαδικασία που μπορεί να μετρηθεί με την μέχρι σήμερα προηγμένη τεχνολογία.

Οι περισσότερες έρευνες έχουν επικεντρωθεί στην αναγνώριση συναισθημάτων μέσω του προσώπου και της ομιλίας, παραγνωρίζοντας τους υπόλοιπους τρόπους που χρησιμοποιούμε για να εκφράσουμε τα συναισθήματά μας. Η κίνηση του σώματος μας, ο τρόπος που στεκόμαστε, τα βιοσήματα μας αντικατοπτρίζουν και αυτά τον συναισθηματικό μας κόσμο. Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή γίνεται αναφορά σε ένα σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων που χρησιμοποιεί την τεχνολογία και τα αλγοριθμικά

συστήματα της Affectiva Afdex παράλληλα με την βάση δεδομένων iMotions™ και μπορεί να ενσωματωθεί σε συστήματα τηλεϊατρικής.

Το προτεινόμενο σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων σχεδιάστηκε λαμβάνοντας υπόψη τον πολυδιάστατο τρόπο έκφρασης συναισθημάτων του ανθρώπου (έκφραση προσώπου, βάδισμα, κινήσεις σώματος, ζωτικά σημεία, ομιλία), της ανάγκης που προκύπτει ο χρήστης με νόσο Άλτσχαιμερ να μπορεί να επικοινωνεί το όποιο συναίσθημα βιώνει και να ειδοποιεί τους επαγγελματίες υγείας μέσω των συστημάτων τηλεϊατρικής για την κατάσταση της σωματικής και ψυχικής του υγείας. Τέτοια πολυδιάστατα συστήματα, που χρησιμοποιούν κάθε μέσο αξιολόγησης του χρήστη, με την υλοποίησή τους, αναμένεται να είναι ιδιαίτερα χρήσιμα αφού θα μπορούν να εκτιμήσουν την συναισθηματική κατάσταση ενός ασθενή με νόσο Άλτσχαιμερ, να προβλέψουν τις επακόλουθες συμπεριφορές δίνοντας την ευκαιρία στους επαγγελματίες υγείας να λειτουργήσουν προληπτικά. Κλασικό παράδειγμα τα συμπτώματα κατάθλιψης είναι κοινό χαρακτηριστικό στην αρχή της Ήπιας Γνωστικής Διαταραχής (Mild Cognitive Impairment). Ένας επαγγελματίας υγείας, με τη βοήθεια του προτεινόμενου συστήματος θα μπορεί να παρακολουθεί συστηματικά από μακριά την ψυχολογική κατάσταση του ασθενή του την ίδια ώρα που παρακολουθεί και άλλους ασθενείς.

Εισηγήσεις

Το προτεινόμενο σύστημα έχει σχεδιαστεί με σκοπό να εξασφαλιστεί ένας τρόπος επικοινωνίας με το άτομο με νόσο Άλτσχαιμερ ώστε η φροντίδα που του παρέχεται από τους επαγγελματίες υγείας να είναι αποτελεσματικότερη και να καλύπτει όλες τις πτυχές της υγείας του βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής του. Επιπρόσθετα, η δομή του συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων θα μπορεί να συνδέσει το υποστηρικτικό περιβάλλον του ατόμου με νόσο Άλτσχαιμερ μαζί με τους επαγγελματίες υγείας που παρακολουθούν τον ασθενή. Είναι αξιοσημείωτο το όφελος που μπορεί να προκύψει στην περίπτωση που το προτεινόμενο σύστημα συνδέσει το οικείο περιβάλλον του χρήστη με νόσο Άλτσχαιμερ με το περιβάλλον των επαγγελματιών υγείας και έχοντας ως πυρήνα τον χρήστη. Τα εμπόδια στην επικοινωνία θα πάψουν να υφίστανται, τουλάχιστον σε μεγάλο βαθμό και η συλλογή πληροφοριών για αμεσότερη λήψη κλινικών αποφάσεων θα είναι περισσότερο εφικτή προωθώντας έτσι την πραγματική εικόνα για την φροντίδα των ατόμων με νόσο Άλτσχαιμερ. Παρόλα αυτά, προβλέπεται ότι η προώθηση και ανάπτυξη τέτοιων

συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων θα αντιμετωπίσει δυσκολίες που αφορούν το οικονομικό σκέλος πρώτιστος, και δεύτερο, η διάχυση των προσωπικών πληροφοριών του κάθε ασθενή που θα ταξιδεύει ελεύθερα στα συστήματα πληροφορικής μέσω διαδικτύου. Ολοκληρώνοντας, με την αξιολόγηση του προτεινόμενου συστήματος, αναμένεται να διαφανεί η αποτελεσματικότητα του συστήματος σε πληθυσμό με νόσο Άλτσχαιμερ και να επιβεβαιωθεί η πολυδιάστατη λειτουργικότητα του και τα οφέλη του. Κατ' αυτό τον τρόπο αναμένεται να προωθηθεί η ενσωμάτωση του προτεινόμενου συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων στον τομέα της υγείας. Ακόμη, η επέκταση της χρήσης του προτεινόμενου συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων σε άλλους πληθυσμούς με χρόνιες παθήσεις θα έδινε περισσότερες πληροφορίες για την εξέλιξη του συστήματος.

Βιβλιογραφία

Addington, J., Saeedi, H., Addington, D. (2006). Facial affect recognition: A mediator between cognitive and social functioning in psychosis? *Schizophr Res* 85, 142–150.

Adolphs, R. (2002). Neural systems for recognizing emotion. *Current Opinion in Neurobiology*, 12, 169–177. [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-4388\(02\)00301-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-4388(02)00301-X).

Adolphs, R. (2017). How should neuroscience study emotions? by distinguishing emotion states, concepts, and experiences. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 12, 24–31. doi: 10.1093/scan/nsw153

Affectiva. Metrics. (2019). Available from: [https:// developer.affectiva.com/metrics/](https://developer.affectiva.com/metrics/).

Albert MS, Cohen C, Koff E. (1991). Perception of affect in patients with dementia of the Alzheimer type. *Archives of Neurology*. 48, 791–795.

Alzheimer Association, (2018). Alzheimer Disease Facts and Figures. *Alzheimer's Dement* 14(3), 367-429.

Alzheimer Disease International and WHO. Dementia: a public health priority. Geneva: World Health Organization; 2012 (http://www.who.int/mental_health/publications/dementia_report_2012/en/, accessed 8 March 2017).

American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>

Ark, W., Dryer, D. C., & Lu, D. J. (1999). The emotion mouse. 8th Int. Conf. *Human computer Interaction*, 818–823.

Arroyo, I., Cooper, G. D., Burleson, W., Woolf, B. P., Muldner, K., & Christopherson, R. (2009). Emotion Sensors Go To School. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*. 200. 10.3233/978-1-60750-028-5-17.

Ivon Arroyo, David G. Cooper, Winslow Burleson, Beverly Park Woolf, Kasia Muldner, and Robert Christopherson. 2009. Emotion Sensors Go To School. In *Proceedings of the 2009*

conference on Artificial Intelligence in Education: Building Learning Systems that Care: From Knowledge Representation to Affective Modelling. IOS Press, NLD, 17–24.

Bahreini, K., Van der Vegt, W. & Westera, W. (2019). A fuzzy logic approach to reliable real-time recognition of facial emotions. *Multimedia Tools and Applications*, 78(14), 18943–18966. DOI: 10.1007/s11042-019-7250-z.

Bailensona, J. N., Pontikakisb, E. D., Maussc, I. B., Grossd, J. J., Jabone, M. E., Hutchersond, C. A. C., Nassa, C., Johnf, O. (2007). Real-time classification of evoked emotions using facial feature tracking and physiological responses, *International Journal of Human-Computer Studies*, 66, 5, 303-3-17. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhcs.2007.10.011>

Barrett, L. F. (2009). Variety is the spice of life. A psychologist constructionist approach to understanding variability in emotion. *Cognition & Emotion*, 23, 1284-1306.

Baveye, Y., Dellandréa, E., Chamaret, C. & Chen, L. (2015). "LIRIS-ACCEDE: A Video Database for Affective Content Analysis," in *IEEE Transactions on Affective Computing*, 6, 1, 43-55.

Bediou B, Ryff I, Mercier B, et al. Impaired social cognition in mild Alzheimer disease. *J Geriatr Psychiatry Neurol*. 2009; 22(2):130-140.

Blaauw, F. J., Schenk, H. M., Jeronimus, B. F., van der Krieke, L., de Jonge, P., Aiello, M., Emerencia, A. C. (2016). Let's get Physiqua! – An intuitive and generic method to combine sensor technology with ecological momentary assessments. *Journal of Biomedical Informatics*, 63, 141-149. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2016.08.001>. Ανακτήθηκε από <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1532046416300788>

Braak, H. & Del Tredici, K. (2012). Άλτσαϊμερ's disease: Pathogenesis and prevention. *Alzheimer & Dementia*, 8(3), 227-233, <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2012.01.011>.

Bruce, V., Young, A. (1986). Understanding face recognition. *Br J Psychol*, 77, 305-27.

Bruno, B. G., & Ahg, R. H. (2000). Age-related Cognitive Dysfunction (Dementia): A Natural Approach, 1–18.

Brune, M. M., Brune-Cohrs, U. (2006). Theory of mind—evolution, ontogeny, brain mechanisms and psychopathology. *Neurosci Biobehav Rev.*, 30(4), 437-455.)

Burnham H, & Hogervorst E. (2004). Recognition of facial expressions of emotion by patients with dementia of the Alzheimer type. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 18, 75–79. <http://dx.doi.org/10.1159/000077813>.

Carvalho, S., Leite, J., Galdo-Álvarez, S. et al. The Emotional Movie Database (EMDB): A Self-Report and Psychophysiological Study. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 37, 279–294 (2012). <https://doi.org/10.1007/s10484-012-9201-6>

Cárdenas, A. M., Ardiles, A. O., Barraza, N., Baéz-Matus, X., Caviedes, P. (2012). Role of tau protein in neuronal damage in Alzheimer disease and Down syndrome. *Arch Med Res*, 43, 645-654.

Chandra, S. R., Patwardhan, K., & Pai, A. R. (2017). Problems of Face Recognition in Patients with Behavioral Variant Frontotemporal Dementia. *Indian journal of psychological medicine*, 39(5), 653–658. https://doi.org/10.4103/IJPSYM.IJPSYM_90_17

Ciarrochi, J. V., Chan, A. Y. C., & Caputi, P. (2000). A critical evaluation of the emotional intelligence construct. *Personality and Individual Differences*, 28(3), 539-561. doi:10.1016/s0191-8869(99)00119-1

Coenen, A. (2016). Brain disorders associated with dementia. *Manasa*, 5(1), 57-75.
OECD/European Observatory on Health Systems and Policies (2017), Κύπρος: Προφίλ Υγείας 2017, State of Health in the EU, OECD Publishing, Paris/European Observatory on Health Systems and Policies, Brussels. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264285118-el>

Corden, B., Critchley, H. D., Skuse, D., Dolan, R. J. (2006). Fear recognition ability predicts differences in social cognitive and neural functioning in men. *J Cogn Neurosci* 18, 889–897.

Cowen, A.S., Laukka, P., Effenbein, H.A. *et al.* (2019). The primacy of categories in the recognition of 12 emotions in speech prosody across two cultures. *Nat Hum Behav* 3, 369–382. <https://dx.doi.org/10.1038/s41562-019-0533-6>

Dalgleish, T. (2004), *“The emotional brain”*. *Nat. Rev. Neurosci.* 5, 583–589

Dan Glaser, E., & Scherer, K. R. (2011). The Geneva affective picture database (GAPED): A new 730-picture database focusing on valence and normative significance. *Behavior Research Methods*, 43(2), 468-477. doi:10.3758/s13428-011-0064-1

Dassa, A., Amir, D. (2014). The Role of Singing Familiar Songs in Encouraging Conversation Among People with Middle to Late Stage Άλτσχαιμερ’s Disease. *Journal of Music Therapy*, 51(2), 131–153, <https://dx.doi.org/10.1093/jmt/thu007>

Dolcos, F. et al. (2004). Interaction between the amygdala and the medial temporal lobe memory system predicts better memory for emotional events. *Neuron* 42, 855–863.

Drapeau J, Gosselin N, Gagnon L, Peretz I, Lorrain D. Emotional recognition from face, voice, and music in dementia of the Alzheimer type. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2009;1169:342–345. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04768.x>.

Ekman, P. (1971). Universals and Cultural Differences in Facial Expressions of Emotion. In *Nebraska Symposium on Motivation* 1971, vol. 19, ed. J. Cole, 207–282. Lincoln, NE: University of Nebraska Press.

Ekman, P. (1992). Facial Expressions of Emotion: New Findings, New Questions. *Psychological Science* 3(1): 34–38.

Ekman, P. (1999). *Facial Expressions*. University of California.

Ekman, P. (1999). "Basic emotions," in *Handbook of Cognition and Emotion*, eds T. Dalgleish and M. J. Power (Chichester: Wiley), 45–60.

Ελληνική Εταιρεία Νόσου Άλτσχαιμερ και συναφών διαταραχών (2016). Η Άνοια στην Ελλάδα. Στο διαδίκτυο: <http://www.Αλτσχαιμερ.athens.gr/>

Engelberg, E., Sjoberg, L. (2004). Internet use, social skills, and adjustment. *Cyberpsychol Behav* 7, 41–47.

Essa, A. P. (1999). Coding, analysis, interpretation and recognition of facial expressions. *Transactions of pattern analysis and Machine Intelligence*, 19, 7, 757-763.

Fiest, K. M., Roberts, J. I., Maxwell, C. J., et al. (2016). The prevalence and incidence of dementia due to Alzheimer disease: A systematic review and meta-analysis. *Can J Neurol Sci*, 43(Suppl 1):S51-82. <http://dx.doi.org/10.1017/cjn.2016.36> pmid: 27307128

Fox, C. J., Moon, S., Iaria, G., & Barton, J. J. (2009). The correlates of subjective perception of identity and expression in the face network: An fMRI adaptation study. *NeuroImage*, 44, 569-580.

Fratiglioni, L. & Qiu, C. (2013). Epidemiology of dementia. In: *Denning, T. and Thomas, A. (eds) Oxford textbook of old age psychiatry*. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 389–414.

Fratiglioni, L. & Wang, H. X. (2007). Brain reserve hypothesis in dementia. *J Alzheimer Dis*, 12, 11-22.

Friesen, W. F., Ekman, P. (1978). *The Facial Action Coding System: A Technique for The Measurement of Facial Movement*. San Francisco: Consulting Psychologists Press.

Garrett, M. D., & Valle, R. (2016). A methodological critique of the National Institute of Aging and Alzheimer Association Guidelines for Alzheimer disease, dementia, and mild cognitive impairments. *Dementia*, 15(2), 239–254. <https://doi.org/10.1177/1471301214525166>

Graham, W. V., Bonito-Oliva, A., & Sakmar, T. P. (2017). Update on Alzheimer disease therapy and prevention strategy. *Annual Review of Medicine*, 68, 413-430.

Greve, K. W., Cadieux, N., & Hale, MA. (1995). Emotion processing and caregiver stress in Alzheimer disease: a preliminary report. *Clin Gerontol.*, 15(2), 75-77.

Gonçalves, R. S., Carvalho, G. C., Bengaly, C. A. P., Carvalho, J. C., Alcaniz, J. S. (2018). Measuring the scale of cosmic homogeneity with SDSS-IV DR14 quasars, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 481, 4, 5270–274, <https://doi.org/10.1093/mnras/sty2670>

Fredrickson, B. L. (1998). What Good Are Positive Emotions? *Review of General Psychology*, 2(3), 300-319.

Haykin S. (2010). *Νευρωνικά δίκτυα και μηχανική μάθηση*. Μτρ Γκαγκάτσιου, E. 3rd edition, Αθήνα, Παραζωτηρίου.

Hendriks, M. C. P., Vingerhoets, A. J. J. M. (2006). Social messages of crying faces: Their influence on anticipated person perception, emotions and behavioural responses. *Cogn Emot*, 20, 878–886.

Holland, P. C. & Gallagher, M. (2004). Amygdala-frontal interactions and reward expectancy. *Curr. Opin. Neurobiol.* 14, 148–155

Horstmann, G. (2003). What do facial expressions convey: Feeling states, behavioral intentions, or action requests? *Emotion*, 3, 150–166.

Hosseini, H., Baicen, X., & Radha, P. (2017). Google's Cloud Vision API is Not Robust to Noise. 101-105. 10.1109/ICMLA.2017.0-172.

Hyman, B. T., Creighton, H., Phelps, Thomas, G., Beach, E. H. Bigio, N. J., Cairns, M. C., Carrillo, D. W., Dickson, C. D., Matthew, P., Frosch, E. M., Mirra, P. T., Nelson, J. A., Schneider, Dietmar R. T., Bill, T., Trojanowski, J. Q., Vinters, H. T., Montine, T. J. (2012). National Institute on Aging–Alzheimer Association guidelines for the neuropathologic assessment of Alzheimer disease. *Alzheimer & Dementia*, 8 (1), 1-13, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jalz.2011.10.007>.

Izard, Carroll E. (1993). Four systems for emotion activation, Cognitive and noncognitive processes. *Psychological Review*, 100(1), 68-90.

Joe, E., Ringman, J. M. (2019). Cognitive symptoms of Alzheimer disease: clinical management and prevention. *BMJ*, 367,6217.

Κακαβούλης, Κ. Α. (1997). *Συναισθηματική ανάπτυξη και αγωγή*. Αθήνα: Κακαβούλης.

Kalogirou, I., Kallipolitis, A. & Maglogiannis, I. (2020). Passive Emotion Recognition Using Smartphone Sensing Data. In *Advanced Computational Intelligence in Healthcare-7* 10.1007/978-3-662-61114-2_2. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/340111621_Passive_Emotion_Recognition_Using_Smartphone_Sensing_Data

Καραπέτσας & Μανδράκης (2019). Πώς Αποτυπώνονται η Άνοια και τα Συναφή της Νοσήματα σε Κείμενα από το 1555 π.Χ. μέχρι τον 7ο μ.Χ. Αιώνα: Η Περίπτωση του Γαληνού και του Παύλου Αιγινήτη. *Εγκέφαλος*, 56, 16-34.

Kelleher, John D., and Brendan Tierney. 2018. *Data Science*, MIT Press Essential Knowledge. Cambridge, MA: MIT Press.

Kempler, D. (1995). Language changes in dementia of the Άλτσχαιμερ type. *Dementia and communication: Research and clinical implications*, 98-114.

Kim, K.H., Bang, S.W. & Kim, S.R. (2004). Emotion recognition system using short-term monitoring of physiological signals. *Med. Biol. Eng. Comput.* 42, 419–427.
<https://doi.org/10.1007/BF02344719>

Kocahan, S., & Doğan, Z. (2017). Mechanisms of Άλτσχαιμερ's Disease Pathogenesis and Prevention: The Brain, Neural Pathology, N-methyl-D-aspartate Receptors, Tau Protein and Other Risk Factors. *Clinical psychopharmacology and neuroscience : the official scientific journal of the Korean College of Neuropsychopharmacology*, 15(1), 1–8.
<http://dx.doi.org/10.9758/cpn.2017.15.1.1>

Kulke, L., Feyerabend, D., Schacht, A. (2020). Comparing the Affectiva iMotions Facial Expression Analysis Software with EMG for identifying facial expression of emotion. *Frontiers in Psychology*, 11, 329. [http:// dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00329](http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00329)
<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2020.00329>

Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (2008). International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. Technical Report A-8. University of Florida, Gainesville, FL.

Laukka, P. et al. (2016). The expression and recognition of emotions in the voice across five nations: A lens model analysis based on acoustic features. *J. Personal. Soc. Psychol. Interpers. Relations Gr. Process* (2016). <Http://dx.doi.org/10.1037/pspi0000066>

Lavenu I, Pasquier F, Lebert F, Petit H, Van der Linden M. Perception of emotion in frontotemporal dementia and Άλτσχαιμερ disease. *Άλτσχαιμερ Disease and Associated Disorders*. 1999;13:96–101. <http://dx.doi.org/10.1097/00002093-199904000-00007>.

Lee, P. M., Tsui, W. H., & Hsiao, T. C. (2015). The Influence of Emotion on Keyboard Typing: An Experimental Study Using Auditory Stimuli. *PLoS one*, 10(6), e0129056.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129056>

LiKamWa, R., Liu, Y., Lane, N. D., & Zhong, L. (2013). MoodScope: Building a mood sensor from smartphone usage patterns. In *MobiSys 2013 - Proceedings of the 11th Annual International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services* (pp. 389-401) <https://doi.org/10.1145/2462456.2464449>

Li, T., Baveye, Y., Chamaret, C. Dellandréa, E., & Chen, L. (2015). Continuous Arousal Self-assessments Validation Using Real-time Physiological Responses. [10.1145/2813524.2813527](https://doi.org/10.1145/2813524.2813527).

Loy, C. T., Schofield, P. R., Turner, A. M., Kwok, J. B. J. (2014). Genetics of dementia. *Lancet*, 383(9919), 828-40. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)60630-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60630-3).

Lyketsos, C. G., Carrillo, M. C., Ryan, J. M., Khachaturian, A. S., Trzepacz, P., Amatniek, J., Cedarbaum, J., Brashear, R., Miller, D. S. (2011). Neuropsychiatric symptoms in Alzheimer disease. *Alzheimer & Dementia*, 7(5), 532-539. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jalz.2011.05.2410>.

Manouilidou, C., Kordouli, K., Papanagiotou, A., Messinis, L., & Papathanassopoulos, P. (2014). Lexical-semantic deficits in mild cognitive impairment: The case of abstract vs. concrete nouns. *Stem-, Spraak-en Taalpathologie*, 19(S01), 92-95.

Marchewka, A., Żurawski, Ł., Jednoróg, K. *et al.* The Nencki Affective Picture System (NAPS): Introduction to a novel, standardized, wide-range, high-quality, realistic picture database. *Behav Res* 46, 596–610 (2014). <https://doi.org/10.3758/s13428-013-0379-1>

Maurer, K., Volk, S., Gerbaldo, H. (1997). Auguste D and Alzheimer disease. *The Lancet*, 349, 9064, 1546-1549. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(90\)10203-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(90)10203-8)

Mayne, T.J., Ramsey, J. (2001), "*The structure of emotions: a nonlinear dynamic systems approach*", in Mayne, T.J., Bonanno, G. (Eds), *Emotions: Current Issues and Future Directions. Emotions and Social Behavior*, Guilford, New York, NY, pp.1-37.

McGlade, N., Behan, C., Hayden, J., O'Donoghue, T., Peel, R., et al. (2008). Mental state decoding vs. mental state reasoning as a mediator between cognitive and social function in psychosis. *Br J Psychiatry*, 193, 77–78.

Mehrabian, A. (2008). Communication without words," *Communication Theory*, 193–200.

Meyer-Luehmann, M., Spires-Jones, T. L., Prada, C., Garcia-Alloza, M., de Calignon, A., Rozkalne, A., et al. (2008). Rapid appearance and local toxicity of amyloid-beta plaques in a mouse model of Αλτσχαιμερ's disease. *Nature*, 451, 720-724.

Microsoft, <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/emotion/home>

Microsoft. 2018. Azure Face. <https://azure.microsoft.com/en-us/services/cognitive-services/face/>.

Mikels, J. A., Fredrickson, B. L., Larkin, G. R., Lindberg, C. M., Maglio, S. J., & Reuter-Lorenz, P. A. (2005). Emotional category data on images from the International Affective Picture System. *Behavior research methods*, 37(4), 626–630. <https://doi.org/10.3758/bf03192732>

Μούγιας, Α. (2003). Πρώιμη διάγνωση της νόσου Αλτσχαιμερ και συναφών ανοιών. *Οδηγός για τη νόσο Αλτσχαιμερ και τις άλλες μορφές άνοιας*. Εκδόσεις Mendor, 67-100.

Noble, W., Pooler, A. M., Hanger, D. P. (2011). Advances in tau-based drug discovery. *Expert Opin Drug Discov*, 6, 797–810. <http://dx.doi.org/10.1517/17460441.2011.586690>

Nold G.M.J. (2005) Alzheimer Speakers and Two Languages. In: Davis B.H. (eds) Alzheimer Talk, Text and Context. Palgrave Macmillan, London

Pagel, J. F. & Kirshtein, P. (2017). The Cyborg at the Dream Interface. *Machine Dreaming and Consciousness*, 113-127. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803720-1.00008-6>.
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128037201000086>)

Pan, W., Chen, S., & Feng, Z. (2013). Automatic clustering of social tag using community detection. *Appl Math Inf Sci* 7(2), 675–681.

Park, S., Kim, T., Shin, S. A., Kim, Y. K., Sohn, B. K., Park, H. J., ... Lee, J. Y. (2017). Behavioral and Neuroimaging Evidence for Facial Emotion Recognition in Elderly Korean Adults with Mild Cognitive Impairment, Alzheimer Disease, and Frontotemporal Dementia. *Frontiers in aging neuroscience*, 9, 389. doi:10.3389/fnagi.2017.00389

Parsons, C. E., Young, K. S., Craske, M. G., Stein, A. L., Kringelbach, M. L. (2014). Introducing the Oxford Vocal (OxVoc) Sounds database: a validated set of non-acted affective sounds from human infants, adults, and domestic animals. *Frontiers in Psychology*, 5, 562. <https://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00562>

Phillips, K.M. 2016. The Grins of Others: Figuring Ethnic Difference in Medieval Facial Expressions. *postmedieval*. <http://dx.doi.org/10.1057/s41280-016-0039-6>

Phillips LH, Scott C, Henry JD, et al. Emotion perception in Alzheimer disease and mood disorder in old age. *Psychol Aging*. 2010;25(1), 38-47.

Preston SD, de Waal FBM. Empathy: Its ultimate and proximate bases. *Behavioral and Brain Sciences*. 2002;25:49–58.

Prince M. *World Alzheimer Report 2015*. Άλτσχαιμερ's Disease International, 2015

Prince, M. Bryce, R., Albanese, E., Wimo, A., Ribeiro, W, Ferri, C. P. (2013). The global prevalence of dementia: A systematic review and meta-analysis, *Alzheimer & Dementia*, 9(1), 63-75. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jalz.2012.11.007>.

Prince, M., Wimo, A., Guerchet, M., Ali, G. C., Wu Yutzu, Prina, M. (2015). *World Alzheimer Report*. The global impact of dementia: an analysis of prevalence, incidence, cost and trends. London: Alzheimer Disease International.

Ραουζαίου, Α. Ο. (2006). Αναπαράσταση Συναισθήματος και Σύνθεση Εκφράσεων Προσώπου και Χειρονομιών σε Εικονικούς Χαρακτήρες. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Ruffman, T., Henry, J. D., Livingstone, V., Phillips, L. H. (2008). A meta-analytic review of emotion recognition and aging: Implications for neuropsychological models of aging. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 32(4), 863-881, <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2008.01.001>.

Quiroz, J. C., Geangu E., & Yong, M. H. (2018). Emotion Recognition Using Smart Watch Sensor Data: Mixed-Design Study. *JMIR Ment Health*, 5(3), e10153. <http://dx.doi.org/10.2196/10153>

Salmam, Φ. Z., Madani, A. & Kissi, M. (2018). Emotion Recognition from Facial Expression Based on Fiducial Points Detection and using Neural Network. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 8, 1, pp. 52-59. <http://dx.doi.org/10.11591/ijece.v8i1>

Scherer, K. R. (2005). What are emotions? And how can they be measured? *Social Science Information*, 44(4), 693-727.

Seidel, E. M., Habel, U., Kirschner, M., Gur, R. C., Derntl, B. (2010). The impact of facial emotion expressions on behavioral tendencies in women and men. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 36, 500–507.

Sheng, M., Sabatini, B. L., Südhof, T. C. (2012). Synapses and Alzheimer disease. *Cold Spring Harb Perspect Biol*, 4:a005777.

Sherman, J. C. & Colvin, M. K. (2018). Dementia. *The SAGE Encyclopedia of Intellectual and Developmental Disorders* (p.p. 361-363). Thousand Oaks, SAGE Publications, Inc. <http://dx.doi.org/10.4135/9781483392271.n120>

Shimokawa, A., Yatomi, N., Anamizu, S., Torii, S., Isono, H., Sugai, Y., & Kohno, M. (2001). Influence of deteriorating ability of emotional comprehension on interpersonal behavior in Alzheimer-type dementia. *Brain and Cognition*, 47(3), 423-433. doi:10.1006/brcg.2001.1318

Shimokawa A, Yatomi N, Anamizu S, Torii S, Isono H, Sugai Y. Recognition of facial expressions and emotional situations in patients with dementia of the Alzheimer and vascular types. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*. 2003;15:163–168. <http://dx.doi.org/10.1159/000068479>.

Spires-Jones, T., Knafo, S. (2012). Spines, plasticity, and cognition in Alzheimer model mice. *Neural Plast*, 2012, 319836.

Spoletini I, Marra C, Di Iulio F, et al. Facial emotion recognition deficit in amnesic mild cognitive impairment and Alzheimer disease. *Am J Geriatr Psychiatry*. 2008;16(5):389-398.

Stark, L. (2018). Algorithmic Psychometrics and the Scalable Subject. *Social Studies of Science* 48 (2): 204-231.

Stephygraph, L. R., Arunkumar, N., Venkatraman, V. (2015). Wireless mobile robot control through human machine interface using brain signals. *International Conference on Smart Technologies and Management for Computing, Communication, Controls, Energy and Materials, ICSTM 2015 Proceedings*, art. no. 7225484, pp 596–603

Stone, A. M. (2014). Alzheimer Disease. *Encyclopedia of Health Communication* (p.71). Thousand Oaks, SAGE Publications, Inc.
<http://dx.doi.org/10.4135/9781483346427.n25>

Surcinelli, P., Codispoti, M., Montebanocci, O., Rossi, N., & Baldaro, B. (2006). Facial emotion recognition in trait anxiety. *Journal of Anxiety Disorders*, 20(1), 110- 117.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.janxdis.2004.11.010>

Sze, J. A., Goodkind, M. S., Gyurak, A., & Levenson, R. W. (2012). Aging and Emotion Recognition: Not Just a Losing Matter. *Psychology and Aging*, 27(4), 940-950.
<http://dx.doi.org/10.1037/a0029367>

Tarnowski, P., Kołodziej, M., Majkowski, A., Rak, R. J. (2017). Emotion recognition using facial expressions. *Procedia Computer Science*, 108, 1175-1184.
<https://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2017.05.025>.

Timme S., & Brand, R. (2020). Affect and exertion during incremental physical exercise: Examining changes using automated facial action analysis and experiential self-report. *PLoS ONE*, 15(2), e0228739. <https://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0228739>

Trzepacz, P., Hochstetier, H., Yu, P., Castelluccio, P., Witte, M., Dell'Agnello, G., & Degenhardt, E. (2016). Relationship of hippocampal volume to amyloid burden across diagnostic stages of Alzheimer disease. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 41(1-2), 68-79.

Turner, S., Iliffe, S., Downs, M., Wilcock, J., Bryans, M., Levin, E., ... & O'carroll, R. (2004). General practitioners' knowledge, confidence and attitudes in the diagnosis and management of dementia. *Age and ageing*, 33(5), 461-467.

Viola, P. & Jones, M. J. (2004). Robust real-time face detection. *Int. J. Comput. Vision*, 57(2), 137-154.

Wagner, M., Wolf, S., Reischies, F. M., et al. (2012). Biomarker validation of a cued recall memory deficit in prodromal Alzheimer disease. *Neurology*; 78, 379.

Watson, R., Billoby, S., Blamire, A., & O'Brien, J. (2016). Subcortical volume changes in dementia with Lewy bodies and Alzheimer disease: A comparison with healthy aging. *International Psychogeriatrics*, 28(4), 529-536.

Way, T., Bemiller, A., Mysari, R., & Reimers, C. (2015). Using Google Glass and Machine Learning to Assist People with Memory Deficiencies.

Weiss EM, Kohler CG, Vonbank J, et al. Impairment in emotion recognition abilities in patients with mild cognitive impairment, early and moderate Alzheimer disease compared with healthy comparison subjects. *Am J Geriatr Psychiatry*. 2008;16(12): 974-980.

Wessa, M., Kanske, P., Neumeister, P., Bode, K., Heissler, J., & Schönfelder, S. (2010). EmoPics: Subjektive und psychophysiologische Evaluationen neuen Bildmaterials für die

klinisch-biopsychologische Forschung. *Zeitschrift für Klinische Psychologie und Psychotherapie*, 39(Suppl. 1/ 11), 77.

Wood, J. G., Mirra, S. S., Pollock, N. J., Binder, L. I. (1986). Neurofibrillary tangles of Alzheimer disease share antigenic determinants with the axonal microtubule-associated protein tau (tau). *Proc Natl Acad Sci*, 83, 4040-4043.

World Health Organization. *The epidemiology and impact of dementia. Current state and future trends*. Geneva: World Health Organization, 2015.

Yankner BA. Mechanisms of neuronal degeneration in Alzheimer disease. *Neuron*. 1996;16:921–932. doi: 10.1016/S0896-6273(00)80115-4.

Young, K. S., Parsons, C. E., LeBeau, R. T., Tabak, B. A., Sewart, A. R., Stein, A., . . . Craske, M. G. (2017). Sensing emotion in voices: Negativity bias and gender differences in a validation study of the Oxford Vocal ('OxVoc') sounds database. *Psychological Assessment*, 29(8), 967-977. <http://dx.doi.org/10.1037/pas0000382>

Zhao, Y., Hu, Y. H., & Liu, J. (2017). Random triggering-based sub-nyquist sampling system for sparse multiband signal. *IEEE Trans Instrum Meas* 66(7), 1789–1797.

Zhang, Y., Li, Q., Welsh, W. J., Moghe, P. V., & Uhrich, K. E. (2016). Micellar and structural stability of nanoscale amphiphilic polymers: implications for anti-atherosclerotic bioactivity. *Biomaterials* 84, 230–240