



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗ

«Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή
του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο
Εργασίας και στην Εκπαίδευση»

(Emotion Recognition Systems in Law Enforcement, Border Management, Workplace, and
Education)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑΣ ΜΑΡΙΑ ΛΑΛΑΚΟΥ

A.M. 3262022007

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Μήτρου Λίλιαν

Μέλη εξεταστικής επιτροπής: Μήτρου Λίλιαν, Καρύδα Μαρία, Διαμαντοπούλου Βασιλική

ΣΑΜΟΣ, ΜΑΡΤΙΟΣ, 2024

Ορισμός στυλ: ΠΠ 2: Σηλοθέτες: 14,63 εκ.,
Δεξιά,Οδηγός: ...

Ορισμός στυλ: ΠΠ 3: Σηλοθέτες: 14,63 εκ.,
Δεξιά,Οδηγός: ...

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου,
στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή.

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θέμα την επιβλέπουσα καθηγήτρια Λίλιαν Μήτρου για την ευκαιρία που μου έδωσε ώστε να συνεργαστούμε καθώς και για την καθοδήγηση και τη στήριξη της καθ' όλο το διάστημα εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Τέλος, ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω την οικογένεια μου για τη συνεχή υποστήριξη καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Μορφοποιήθηκε: Εσοχή: Πρώτη γραμμή: 0 εκ.

© 2024

της

ΜΑΡΙΑΣ ΛΑΛΑΚΟΥ

Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών Συστημάτων

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου,
στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή.

Πίνακας περιεχομένων

1 Εισαγωγή	13
1.1 Το Πλαίσιο της Διπλωματικής Εργασίας	13
1.2 Σκοπός Διπλωματικής	13
1.3 Αντικείμενο Διπλωματικής	13
1.4 Δομή της Διπλωματικής	14
2 Συστήματα Αναγνώρισης Συναισθημάτων – Emotion Recognition Systems	15
2.1 Εισαγωγή	15
2.2 Ορολογία	15
2.3 Βασικά Συναισθήματα – P. Ekman	16
2.4 Χαρακτηριστικά	20
2.5 Κατηγορίες Συστημάτων Αναγνώρισης Συναισθημάτων	21
2.5.1 Εισαγωγή	21
2.5.2 Συστήματα Αναγνώρισης Συναισθημάτων Προσώπου που Βασίζονται στη Μηχανική Μάθηση (Machine learning-based FERS)	21
2.5.3 Συστήματα Αναγνώρισης Συναισθημάτων Προσώπου που βασίζονται στη Βαθιά Μάθηση (Deep learning-based FERS)	22
2.5.4 Βάσεις Δεδομένων Συναισθημάτων Προσώπου (Facial Emotion Datasets)	24
2.5.5 Παραδοσιακά Συστήματα Αναγνώρισης Συναισθημάτων που Βασίζονται στην Ομιλία (Traditional Speech Emotion Recognition Systems)	30
2.5.6 Συστήματα Αναγνώρισης Συναισθημάτων που Βασίζονται στη Βαθιά Μάθηση (Deep Learning Speech Emotion Recognition Systems)	32
2.5.7 Βάσεις Δεδομένων Συναισθημάτων Ομιλίας (Speech Emotion Datasets)	33
2.6 Τύποι Δεδομένων	35
2.8 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα των Συστημάτων Αναγνώρισης Συναισθημάτων	37
3 Εφαρμογές των Συστημάτων Αναγνώρισης Συναισθημάτων	40
3.1 Εισαγωγή	40
3.1.1 Τομείς Εφαρμογής των Συστημάτων Αναγνώρισης Συναισθημάτων	40
3.2 Εφαρμογές στην Επιβολή του Νόμου	42
3.3 Εφαρμογές στη Διαχείριση Συνόρων	45
3.4 Εφαρμογές στο Χώρο Εργασίας	48

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

3.5 Εφαρμογές στην Εκπαίδευση.....	51
3.6 Παραδείγματα Συστημάτων Αναγνώρισης Συναισθημάτων	54
4 Νομοθεσία	56
4.1 Εισαγωγή	56
4.2 Γενικός Κανονισμός Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων	56
4.2.1 Βασικές Έννοιες	57
4.2.1 Δεδομένα Εικόνας	59
4.2.3 Δεδομένα Ομιλίας.....	60
4.3 Νομικά Ζητήματα Τεχνητής Νοημοσύνης.....	62
4.4 Νόμοι περί Τεχνητής Νοημοσύνης	64
4.4.1 Συστήματα Αναγνώρισης Συναισθημάτων και Βιομετρικά Δεδομένα	66
4.4.2 Επιβολή του Νόμου	68
4.4.3 Διαχείριση Συνόρων	70
4.4.4 Εκπαίδευση - Επαγγελματική Κατάρτιση.....	70
4.5 Νόμος 4961/2022.....	72
5 Νομικά Ζητήματα.....	75
5.1 Νομικά Ζητήματα Αυτοματοποιημένης Λήψης Αποφάσεων και Κατάρτισης Προφίλ	75
5.2 Δεδομένα Συναισθημάτων και Νομοθεσία	76
5.3 Ανθρώπινα Δικαιώματα και Τεχνολογίες Αλγοριθμικής Επιτήρησης.....	79
5.4 Εκπαίδευση Συστημάτων Αναγνώρισης Συναισθημάτων	80
6 Ηθικά Ζητήματα.....	81
7 Συμπεράσματα.....	83
8 Βιβλιογραφία.....	85

Λίστα Σχημάτων

Εικόνα 1. Η έκφραση της έκπληξης [24]	17
Εικόνα 2. Η έκφραση της απόλαυσης [24].....	17
Εικόνα 3. Η έκφραση της θλίψης [24].....	18
Εικόνα 4. Η έκφραση του θυμού [24]	18
Εικόνα 5. Η έκφραση του φόβου [24].....	19
Εικόνα 6. Η έκφραση της αηδίας [24].....	19
Εικόνα 7. Η έκφραση της περιφρόνησης [24].....	20
Εικόνα 8. Διαδικασία αναγνώρισης συναισθημάτων προσώπου [37].....	21
Εικόνα 9. Παράδειγμα βάσης δεδομένων CK+ Cohn Kanade [72].....	25
Εικόνα 10. Παράδειγμα βάσης δεδομένων MMI [85]	28
Εικόνα 11. Παράδειγμα βάσης δεδομένων Bosphorus [90].....	29
Εικόνα 12. Παράδειγμα βάσης δεδομένων KDEF [99].....	30
Εικόνα 13. Παράδειγμα βάσης δεδομένων JAFFE [100].....	30
Εικόνα 14. Λειτουργία παραδοσιακών συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων ομιλίας [106]	31
Εικόνα 15. Λειτουργία συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων ομιλίας που βασίζονται στη βαθιά μάθηση [106]	32
Εικόνα 16. Λειτουργία συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων ομιλίας	33

Λίστα Πινάκων

Πίνακας 1. Κωδικοποίηση Συναισθημάτων [72].....	25
Πίνακας 2. Περιγραφή συναισθήματος ως προς τις μονάδες δράσης προσώπου (AU) [72].	27
Πίνακας 3. Συναισθήματα και Παράμετροι Ομιλίας [112].....	33
Πίνακας 4. Βάσεις Δεδομένων Συναισθημάτων Ομιλίας [113], [114].....	34

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

Ακρωνύμια

Όρος/Συντομογραφία	Περιγραφή
ABC Gates	Automated Border Control Gates
AIA	Artificial Intelligence Act
AU	Action Units
ERS	Emotion Recognition System
EP	European Parliament
FACS	Facial Action Coding System
FERS	Facial Emotion Recognition System
FRT	Facial Recognition Technology
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IoT	Internet of Things
SERS	Speech Emotion Recognition System
ΓΚΠΔ	Γενικός Κανονισμός Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων
TN	Τεχνητή Νοημοσύνη
ΤΠΕ	Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου,
στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή.

Περίληψη

Η ραγδαία τεχνολογική εξέλιξη και εκσυγχρονισμός της τεχνολογίας συνέβαλλαν στην διείσδυση καινοτόμων συστημάτων σε κρίσιμους τομείς των συγχρόνων κοινωνιών. Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων, τα οποία συμβάλλουν στον εντοπισμό και κατανόηση των ανθρωπίνων συναισθημάτων αποτελούν μια καινοτομία με αμφιλεγόμενα αποτελέσματα. Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί μια μελέτη των εφαρμογών και των νομικών και ηθικών ζητημάτων που απορρέουν από την ανάπτυξη και ενσωμάτωση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων σε διάφορους τομείς της κοινωνίας. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική μελέτη της ορολογίας, των χαρακτηριστικών, των κατηγοριών, των τύπων δεδομένων, των τομέων εφαρμογής και των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων. Επίσης αναλύθηκαν τα βασικά συναισθήματα και ο τρόπος έκφρασης τους σύμφωνα με τον P. Ekman.

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε ανάλυση των εφαρμογών και των προκλήσεων των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων στους τομείς της επιβολής του νόμου, της διαχείρισης συνόρων, του χώρου εργασίας και της εκπαίδευσης. Ακόμη, παρατέθηκαν παραδείγματα συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα νομικά ζητήματα που συνοδεύουν την ανάπτυξη και χρήση των συγκεκριμένων συστημάτων στους προαναφερθέντες τομείς. Πιο συγκεκριμένα, νομικά ζητήματα αναφορικά με την τεχνητή νοημοσύνη, την αυτοματοποιημένη λήψη αποφάσεων και κατάρτιση προφίλ, τα δεδομένα συναισθημάτων, την αλγοριθμική επιτήρηση και την εκπαίδευση των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων αναλύονται. Επιπλέον, παρουσιάζονται και τα ηθικά ζητήματα που εγείρει η τεχνολογία αναγνώρισης συναισθημάτων. Επομένως, η σωστή ισορροπία μεταξύ της τεχνολογικής εξέλιξης και των νομικών ρυθμίσεων σχετικά με την τεχνολογία αναγνώρισης συναισθημάτων, κρίνεται επιτακτική ώστε η ανάπτυξη και χρήση των συγκεκριμένων συστημάτων να γίνεται σύμφωνα με τις ηθικές και νομικές επιταγές της κοινωνίας.

Λέξεις Κλειδιά: Συστήματα Αναγνώρισης Συναισθημάτων, Νομικά ζητήματα των Συστημάτων Αναγνώρισης Συναισθημάτων, Απόρρητο, Τεχνητή Νοημοσύνη.

Abstract

The rapid technological development and modernization of technology contributed to the penetration of innovative systems in critical sectors of contemporary societies. Emotion recognition systems, which contribute to the detection and understanding of human emotions, are an innovation with controversial results. This thesis is a study of the applications and the legal and ethical issues arising from the development and integration of emotion recognition systems in various sectors of society. First, a literature review of terminology, characteristics, categories, data types, application areas, and advantages and disadvantages of emotion recognition systems was performed. The basic emotions and the way of expressing them according to P. Ekman were also analyzed.

The thesis analyzed the applications and challenges of emotion recognition systems in the fields of law enforcement, border management, workplace, and education. Also, examples of emotion recognition systems were listed. Then, the legal issues that accompany the development and use of the specific systems in the aforementioned sectors are presented. More specifically, legal issues regarding artificial intelligence, automated decision-making and profiling, sentiment data, algorithmic surveillance, and the training of sentiment recognition systems are analyzed. In addition, the ethical issues raised by emotion recognition technology are also presented. Therefore, the correct balance between technological development and legal regulations regarding emotion recognition technology is deemed imperative so that the development and use of the specific systems is done in accordance with the ethical and legal imperatives of society.

Keywords: Emotion Recognition Systems, Legal Issues of Emotion Recognition Systems, Privacy, Artificial Intelligence.

1 Εισαγωγή

1.1 Το Πλαίσιο της Διπλωματικής Εργασίας

Το Σύστημα Αναγνώρισης Συναισθημάτων (Emotion Recognition System – ERS) αξιοποιώντας αισθητήρες ανιχνεύει αυτόματα τα αισθήματα που εκφράζονται στο ανθρώπινο πρόσωπο, στην ομιλία και στις κινήσεις των ατόμων και τα κατηγοριοποιεί. Αποτελεί ένα καινοτόμο πεδίο το οποίο βρίσκεται σε διαρκή εξέλιξη και βρίσκει εφαρμογές σε ποικίλους τομείς της καθημερινής ζωής, όπως η υγεία, εκπαίδευση, ασφάλεια, ψυχολογία, εργασία και ψυχαγωγία. Τεχνολογίες όπως, η τεχνητή νοημοσύνη, η μηχανική μάθηση, και η επεξεργασία εικόνας αξιοποιούνται από τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων.

Όμως, η συνεχής συλλογή και επεξεργασία των προσωπικών δεδομένων οδηγεί σε προκλήσεις για την ασφάλεια, την ιδιωτικότητα και την προστασία των προσωπικών δεδομένων και σε ηθικά ζητήματα τα οποία θα πρέπει να αντιμετωπίσουν οι σύγχρονες κοινωνίες. Η ετερογένεια των αισθητήρων και η ευαίσθητη φύση των δεδομένων που συλλέγουν και επεξεργάζονται τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων δημιουργεί ένα συνεχές σύστημα επιτήρησης το οποίο παραβιάζει την ιδιωτική ζωή. Επομένως, η διαφάνεια των αλγορίθμων τους οποίους χρησιμοποιούν και των δεδομένων με τα οποία εκπαιδεύονται κρίνεται αναγκαία.

1.2 Σκοπός Διπλωματικής

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων, των κατηγοριών τους, του τρόπου λειτουργίας τους, καθώς και των εφαρμογών τους. Επίσης η ανάλυση των νομικών και ηθικών ζητημάτων που απορρέουν από την ανάπτυξη, ενσωμάτωση και χρήση των παραπάνω συστημάτων αποτελούν στόχους της μελέτης.

1.3 Αντικείμενο Διπλωματικής

Η διπλωματική εργασία εξετάζει ειδικότερα τα εξής:

1. Μελετά τα χαρακτηριστικά, τις κατηγορίες και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων.
2. Αναλύει τις εφαρμογές των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων στην επιβολή του νόμου, στη διαχείριση συνόρων, στο χώρο εργασίας και στην εκπαίδευση, καθώς και παραδείγματα συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων.
3. Αναπτύσσει τα νομικά και ηθικά ζητήματα που διέπουν την ανάπτυξη, ενσωμάτωση και χρήση των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων.

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

1.4 Δομή της Διπλωματικής

Η παρούσα διπλωματική εργασία απαρτίζεται από **οκτώ** κεφάλαια. Πιο συγκεκριμένα, στο **πρώτο κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα βασικά στοιχεία που αφορούν την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** παρουσιάζονται οι ορισμοί που έχουν αποδοθεί στα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων, καθώς και παρόμοιες έννοιες. Επιπλέον, αναλύονται τα βασικά συναισθήματα σύμφωνα με τον P. Ekman, καθώς και τα βασικά χαρακτηριστικά των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων. Έπειτα, παρουσιάζονται οι κατηγορίες των συγκεκριμένων συστημάτων όπως και βάσεις δεδομένων που αξιοποιούν. Επίσης στη συνέχεια αναλύονται οι τύποι δεδομένων που συλλέγονται και επεξεργάζονται τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων και τα πλεονέκτημα και μειονεκτήματα τους.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** πραγματοποιείται μια εκτενής μελέτη στις εφαρμογές και τις προκλήσεις των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων στους τομείς της επιβολής του νομού, της διαχείρισης συνόρων, του χώρου εργασίας και της εκπαίδευσης. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται ορισμένα παραδείγματα συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** αναλύονται οι βασικές έννοιες και τα άρθρα του Γενικού Κανονισμού Προστασίας Δεδομένων, καθώς και οι νόμοι περί Τεχνητής Νοημοσύνης (AI Act). Ειδικότερα, εντοπίζονται τα νομικά ζητήματα που σχετίζονται με τα δεδομένα εικόνας και ομιλίας καθώς και με την τεχνητή νοημοσύνη. Επίσης αναλύεται τι προβλέπεται από το AI Act για τα βιομετρικά δεδομένα και συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων. Επιπλέον εντοπίζονται τα νομικά ζητήματα και οι περιπτώσεις νόμιμης χρήσης των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων στους 4 βασικούς τομείς.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται μια μελέτη των νομικών ζητημάτων που απορρέουν από την ανάπτυξη και ενσωμάτωση των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων. Ειδικότερα, αναλύονται τα νομικά ζητήματα που διέπουν την αυτοματοποιημένη λήψη αποφάσεων και κατάρτιση προφίλ και τα δεδομένα συναισθημάτων. Επιπλέον εξετάζονται ζητήματα σχετικά με τις τεχνολογίες αλγοριθμικής επιτήρησης και τα ανθρώπινα δικαιώματα και την εκπαίδευση των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων.

Στο **έκτο κεφάλαιο** αναλύονται τα ηθικά ζητήματα που διέπουν την τεχνολογία αναγνώρισης συναισθημάτων.

Στο **έβδομο κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και οι προκλήσεις αναφορικά με την τεχνολογία αναγνώρισης συναισθημάτων.

Στο **όγδοο κεφάλαιο** παρατίθενται η βιβλιογραφία με τις ερευνητικές και επιστημονικές δημοσιεύσεις στην οποία βασίστηκε η βιβλιογραφική ανασκόπηση.

2 Συστήματα Αναγνώρισης Συναισθημάτων – Emotion Recognition Systems

2.1 Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες έχει αυξηθεί η επιστημονική έρευνα αναφορικά με τον τομέα της αναγνώρισης συναισθημάτων, καθώς η εξέλιξη των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη συστημάτων ανίχνευσης και κατανόησης των συναισθημάτων. Το 1990 προτάθηκε συστηματικά η αναγνώριση συναισθημάτων [1]. Για την επικοινωνία και αλληλεπίδραση μεταξύ ατόμων και την κατανόηση των προθέσεων των ατόμων βασικό εργαλείο αποτελούν τα συναισθήματα που εκφράζονται στο ανθρώπινο πρόσωπο [2]. Εικόνες, βίντεο, φωνητικά μηνύματα και κείμενα αποτελούν ορισμένα από τα βασικά μέσα στα οποία μπορούν να εντοπιστούν και να αναγνωριστούν συναισθήματα [3]. Η αναγνώριση συναισθημάτων αποτελεί μια καινοτόμα και αναδυόμενη τεχνολογία με εφαρμογή σε ποικίλους τομείς της καθημερινής ζωής, όπως η υγεία, εκπαίδευση, ασφάλεια, ψυχολογία, εργασία και ψυχαγωγία [4].

Η τεχνητή νοημοσύνη, η μηχανική μάθηση, οι τεχνικές υπολογιστικής όρασης και η επεξεργασία εικόνας αξιοποιούνται από τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων [5]. Η ανίχνευση συμπεριφορών που ενδείκνυνται για την εκτέλεση εγκληματικών ενεργειών ή σοβαρών ψυχικών καταστάσεων μπορεί να πραγματοποιηθεί από τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων. Ωστόσο είναι δύσκολη η αυτοματοποιημένη ανίχνευση και κατηγοριοποίηση των συναισθημάτων των ανθρώπων καθώς για τις μηχανές είναι περίπλοκη η διαφοροποίηση των συναισθημάτων [6]. Επιπλέον, διαφορές σε ηλικίας, εθνικότητα, φυλή, φύλο και στην ποιότητα της εικόνας/βίντεο ενδέχεται να αποτελούν το βασικότερο τροχοπέδη στην κατηγοριοποίηση των συναισθημάτων. Παρόλα αυτά, αποτελεί μια αμφιλεγόμενη τεχνολογία, καθώς από τη μια πλευρά η ικανότητα των συγκεκριμένων συστημάτων να κατανοούν τα ανθρώπινα συναισθήματα έχει πολλές πρακτικές εφαρμογές, όμως από την άλλη, τα νομικά και ηθικά ζητήματα που τη συνοδεύουν ενδέχεται να θέτουν σε κίνδυνο την προσωπική ελευθερία και την ιδιωτική ζωή των ατόμων και επίσης η ερμηνεία των συναισθημάτων να είναι λανθασμένη.

2.2 Ορολογία

1. Αναγνώριση Συναισθημάτων - Emotion Recognition

Η Τεχνολογία Αναγνώρισης Συναισθημάτων (Emotion Recognition) έχει ως σκοπό την ανίχνευση και την κατανόηση των συναισθημάτων που εκφράζονται από τα άτομα μέσω ποικίλων καναλιών, όπως είναι η προφορική γλώσσα, η έκφραση του προσώπου, η φυσική κίνηση και άλλα [7]. Ως αναγνώριση συναισθημάτων αναφέρεται η διαδικασία ανίχνευσης και αναγνώρισης της συναισθηματικής κατάστασης ενός ατόμου μέσω της ερμηνείας και της ανάλυσης των εκφράσεων του προσώπου, του γραπτού λόγου, της φωνής, των χειρονομιών – κινήσεων του σώματος ή άλλων φυσικών ενδείξεων, μέσω διάφορων μεθόδων και συχνά αξιοποιώντας την τεχνολογία [8], [9], [10].

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

2. Τεχνολογία Αναγνώρισης Προσώπου - Facial Recognition Technology (FRT)

Ως Τεχνολογία Αναγνώρισης Προσώπου ορίζεται, ένα σύνολο βιομετρικών τεχνικών που αξιοποιούνται για την ανίχνευση, αναγνώριση και ταυτοποίηση ατόμων με βάση τα χαρακτηριστικά του προσώπου τους [11], [12], [13], [14], [15].

3. Συστήματα Αναγνώρισης Συναισθημάτων Προσώπου - Facial Emotion Recognition Systems (FERS)

Η αναγνώριση συναισθημάτων προσώπου είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την ανάλυση συναισθημάτων από διαφορετικές πηγές, όπως εικόνες και βίντεο. Ανήκει στην οικογένεια των τεχνολογιών που συχνά αναφέρονται ως «συναισθηματική υπολογιστική», ένα διεπιστημονικό πεδίο έρευνας σχετικά με τις δυνατότητες των υπολογιστών να αναγνωρίζουν και να ερμηνεύουν τα ανθρώπινα συναισθήματα και τις συναισθηματικές καταστάσεις και συχνά βασίζεται σε τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης [16].

Ως συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων προσώπου ορίζονται, τα τεχνολογικά συστήματα τα οποία αυτόματα ανιχνεύουν, ερμηνεύουν και κατηγοριοποιούν τα συναισθήματα που εκφράζονται στο πρόσωπο των ατόμων. Οι εκφράσεις του προσώπου, όπως η κίνηση και η θέση των ματιών, η έκφραση των χειλιών, η θέση των φρυδιών, αποτελούν ορισμένες από τις παραμέτρους που αναλύουν τα συγκεκριμένα συστήματα ώστε να αναγνωρίσουν την συναισθηματική κατάσταση του ατόμου.

4. Συστήματα Αναγνώρισης Συναισθημάτων Ομιλίας - Speech Emotion Recognition Systems (SERS)

Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων ομιλίας μπορούν να προσδιοριστούν ως τεχνολογίες οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να αναλύσουν και να εντοπίσουν τα συναισθήματα που εκφράζονται στην ανθρώπινη ομιλία. Ως σκοπό έχουν τον προσδιορισμό της συναισθηματικής κατάστασης του ομιλητή, όπως είναι ο θυμός, η χαρά, η θλίψη, τα οποία προκύπτουν από τα μοτίβα ομιλίας όπως είναι ο τόνος, ο ρυθμός και η ένταση [17], [18].

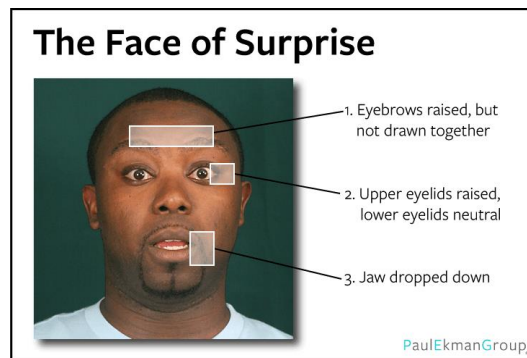
2.3 Βασικά Συναισθήματα – P. Ekman

Ο Paul Ekman είναι ένας διακεκριμένος Αμερικάνος ψυχολόγος ο οποίος πραγματοποίησε μελέτες για τα συναισθήματα και τη σχέση τους με τις εκφράσεις του προσώπου [19]. Οι έρευνες του συνέβαλλαν στην κατανόηση για την αναγνώριση των συναισθημάτων αλλά και του τρόπου με τον οποίον εκφράζονται τα συναισθήματα μέσω του προσώπου [20]. Οι εκφράσεις που προέκυψαν από τις μελέτες του αποτελούν το βασικό εργαλείο σε αρκετές εφαρμογές, όπως τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων.

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

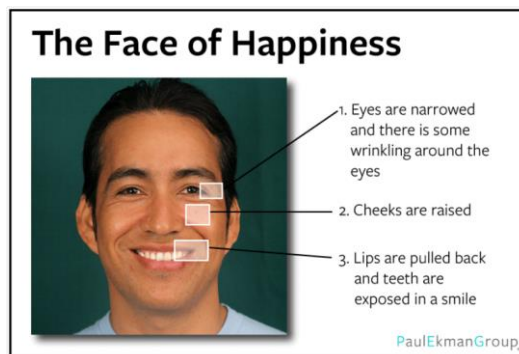
Σύμφωνα με τις μελέτες που επιτέλεσε ο Ekman κατέληξε στην αναγνώριση των επτά βασικών συναισθημάτων τα οποία μπορούν να εκφραστούν μέσω του προσώπου. Τα συναισθήματα αυτά είναι τα ακόλουθα [21], [22], [23], [24]:

1. **Έκπληξη (Surprise):** Τα φρύδια ανασηκωμένα αλλά όχι ενωμένα, τα άνω βλέφαρα ανασηκωμένα και τα κάτω βλέφαρα ουδέτερα.



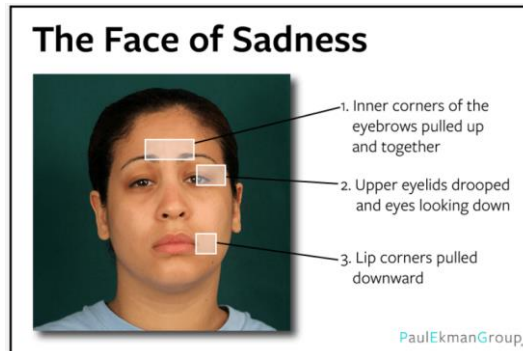
Εικόνα 1. Η έκφραση της έκπληξης [24]

2. **Απόλαυση (Enjoyment):** Τα μάτια είναι στενά και υπάρχουν ρυτίδες γύρω τους, τα μάγουλα ανασηκωμένα, τα χείλη τραβηγμένα προς τα πίσω και τα δόντια εκτίθενται σχηματίζοντας ένα χαμόγελο.



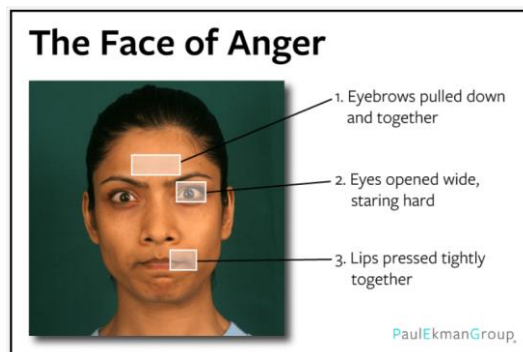
Εικόνα 2. Η έκφραση της απόλαυσης [24]

3. **Θλίψη (Sadness):** Εσωτερικές γωνίες των φρυδιών ανασηκωμένες προς τα πάνω και ενωμένες, τα άνω βλέφαρα είναι πεσμένα και τα μάτια κοιτάζουν προς τα κάτω και οι γωνίες των χειλιών τραβηγμένες προς τα κάτω.



Εικόνα 3. Η έκφραση της θλίψης [24]

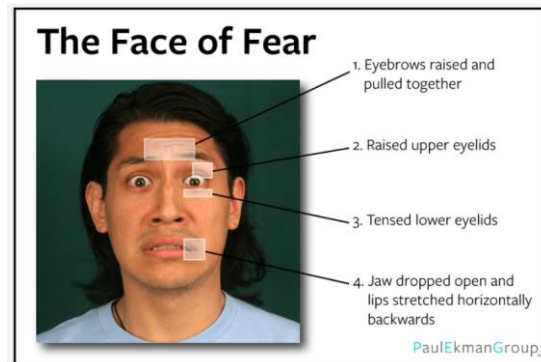
4. **Θυμός (Anger):** Φρύδια τραβηγμένα προς τα κάτω και μαζί, μάτια ανοιχτά διάπλατα και κοιτάζοντας δυνατά, χείλη πιεσμένα σφιχτά μεταξύ τους και το σαγόνι τραβηγμένο προς τα κάτω.



Εικόνα 4. Η έκφραση του θυμού [24]

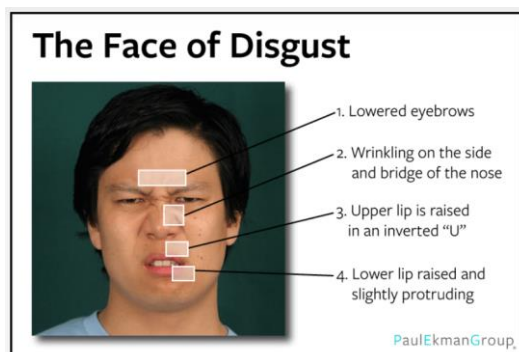
5. **Φόβος (Fear):** Τα φρύδια ανασηκωμένα και τραβηγμένα μαζί, ανυψωμένα άνω βλέφαρα, τεντωμένα κάτω βλέφαρα και το σαγόνι ανοιχτό και τα χείλη τεντωμένα οριζόντια προς τα πίσω.

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.



Εικόνα 5. Η έκφραση του φόβου [24]

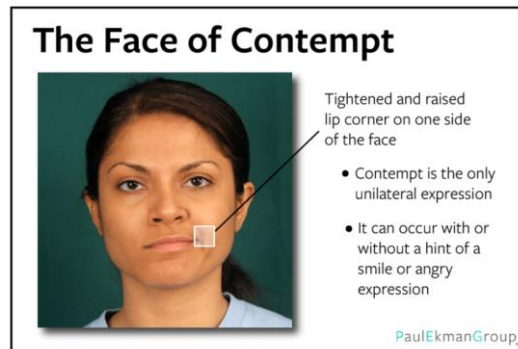
6. **Αηδία (Disgust):** Χαμηλωμένα φρύδια, ρυτίδες στο πλάι και στη γέφυρα τη μύτης, το άνω χείλος είναι ανασηκωμένο σε σχήμα αναστραμμένου "U" και το κάτω χείλος ανασηκωμένο και ελαφρώς προεξέχων.



Εικόνα 6. Η έκφραση της αηδίας [24]

7. **Περιφρόνηση (Contempt):** Σφικτή και ανασηκωμένη πλευρά χειλιών στη μια πλευρά του προσώπου, η περιφρόνηση είναι μόνη μονομερής έκφραση, μπορεί να συμβεί με ή χωρίς έναν υπαινιγμό χαμόγελου ή έκφραση θυμού.

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.



Εικόνα 7. Η έκφραση της περιφρόνησης [24]

2.4 Χαρακτηριστικά

Τα κύρια χαρακτηριστικά που διέπουν τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων αναλύονται παρακάτω:

Ακρίβεια: Σημαντικός παράγοντας για την επιτυχή λειτουργία και κατηγοριοποίηση των συναισθημάτων από τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων αποτελεί η ακρίβεια [25]. Παράγοντες που καθορίζουν την επίτευξη ακρίβειας για τα προαναφερθέντα συστήματα είναι η ποιότητα των δεδομένων που χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση τους, οι αλγόριθμοι που αξιοποιούν για την επεξεργασία των συλλεγόμενων δεδομένων καθώς και το υλικό (π.χ. αισθητήρες) που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή των δεδομένων [26], [27], [28].

Απόρρητο - Ασφάλεια: Βασικός γνώμονας κατά το σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την ενσωμάτωση των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων οφείλει να είναι η προστασία της ιδιωτικής ζωής, η ασφάλεια των προσωπικών δεδομένων και το απόρρητο [29].

Ταχύτητα: Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων, καθώς βρίσκουν εφαρμογές σε κρίσιμους τομείς, όπως υγεία, ασφάλεια, αστυνόμευση κ.λπ., θα πρέπει να συλλέγουν και επεξεργάζονται δεδομένα σε πραγματικό χρόνο χωρίς καθυστέρηση [30], [31].

Προσαρμοστικότητα: Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων θα πρέπει να μπορούν να προσαρμόζονται σε διαφορετικές και μεταβαλλόμενες συνθήκες, όπως γωνία κάμερας και φωτισμός [32], [33], [34].

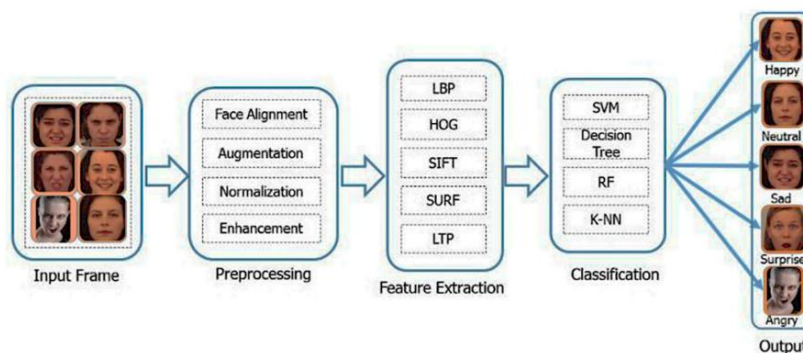
2.5 Κατηγορίες Συστημάτων Αναγνώρισης Συναισθημάτων

2.5.1 Εισαγωγή

Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια, δίνοντας τη δυνατότητα στις μηχανές να ανιχνεύουν και να κατανοούν τα συναισθήματα που εκφράζουν οι άνθρωποι. Τα συγκεκριμένα συστήματα αναλύουν το πρόσωπο, τη φωνή και τη συμπεριφορά των ατόμων για να ανιχνεύσουν τα συναισθήματα [35]. Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων ταξινομούνται σε διάφορες κατηγορίες, όπως συστήματα που βασίζονται στην αναγνώριση συναισθημάτων που εκφράζονται μέσω του προσώπου, της φωνής ή της συμπεριφοράς καθένα από τα οποία αξιοποιεί διαφορετικές τεχνικές. Για την ερμηνεία των συναισθημάτων αξιοποιείται η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση. Στη συνέχεια, αναλύονται οι βασικές κατηγορίες των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων.

2.5.2 Συστήματα Αναγνώρισης Συναισθημάτων Προσώπου που Βασίζονται στη Μηχανική Μάθηση (Machine learning-based FERS)

Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων προσώπου που βασίζονται στη μηχανική μάθηση (Machine Learning-based FERS) χρησιμοποιούν αλγόριθμους μηχανικής μάθησης για τον εντοπισμό και την κατηγοριοποίηση των συναισθημάτων με βάση τις εκφράσεις του προσώπου σε εικόνες ή βίντεο [36]. Για τον καθορισμό των συναισθημάτων που εκφράζονται σε ένα πρόσωπο τα μάτια, το στόμα, η μύτη και οι θέσεις τους αποτελούν τα κύρια χαρακτηριστικά τα οποία αξιολογούνται.



Εικόνα 8. Διαδικασία αναγνώρισης συναισθημάτων προσώπου [37]

Η διαδικασία αναγνώρισης συναισθημάτων προσώπου απαρτίζεται από τα ακόλουθα βήματα όπως παρουσιάζεται και στην Εικόνα 8 [37], [38], [39]:

1. Αρχικά το σύστημα δέχεται ως είσοδο την εικόνα ή το βίντεο που περιλαμβάνει το πρόσωπο ατόμου(ων).

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

2. Κατά το στάδιο της προεπεξεργασίας των δεδομένων εξαλείφονται οι μη σχετικές πληροφορίες από τις εικόνες/βίντεο εισόδου. Είναι πιθανό οι εικόνες/βίντεο εισόδου να διαθέτουν ένα πολύπλοκο φόντο, για παράδειγμα ένταση φωτός. Στη διάρκεια του συγκεκριμένου σταδίου πραγματοποιείται ανίχνευση προσώπου, ευθυγράμμιση, κανονικοποίηση (normalization) και βελτιστοποίηση ώστε να διασφαλιστεί ότι τα δεδομένα εισόδου είναι υψηλής ποιότητας ώστε να αναγνωριστούν τα χαρακτηριστικά/ορόσημα του προσώπου. Επιπλέον στην αναγνώριση συναισθημάτων προσώπου που βασίζεται στη μηχανική μάθηση κατά το στάδιο της προεπεξεργασία της εικόνας/βίντεο και θα πρέπει να πραγματοποιηθεί επιλογή της κατάλληλης μεθόδου εξαγωγής και ταξινόμησης των χαρακτηριστικών από τους ερευνητές.
3. Κατά το στάδιο της εξαγωγής των χαρακτηριστικών από την εικόνα ή το βίντεο χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι μέθοδοι:
 - Local Binary Patterns (LBP)
 - Histogram of Oriented Gradients (HOG)
 - Scale-Invariant Feature Transform (SIFT)
 - Speeded Up Robust Features (SURF)
 - Local Ternary Pattern (LTP)
4. Για την κατηγοριοποίηση/ταξινόμηση των συναισθημάτων χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης:
 - Support Vector Machines (SVM)
 - Δέντρα απόφασης
 - Random Forest (RF)
 - k-Nearest Neighbors (k-NN)

Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων προσώπου που βασίζονται στη μηχανική μάθηση αποτελούν την κατάλληλη επιλογή για ενσωμάτωση σε συστήματα σε πραγματικό χρόνο λόγω της χαμηλότερης υπολογιστικής ισχύς και μνήμης σε σχέση με τα συστήματα που βασίζονται στη βαθιά μάθηση [40].

2.5.3 Συστήματα Αναγνώρισης Συναισθημάτων Προσώπου που βασίζονται στη Βαθιά Μάθηση (Deep learning-based FERS)

Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων που βασίζονται στη μηχανική μάθηση αποτέλεσαν το πρώτο βήμα για την κατανόηση των ανθρώπινων συναισθημάτων. Όμως λόγω της μεταβλητότητας και πολυπλοκότητας που διακατέχουν την ανθρώπινη έκφραση οι προαναφερθέντες εφαρμογές δεν είναι αποτελεσματικές σε εφαρμογές του πραγματικού κόσμου [41]. Το πρόβλημα αυτό ήρθε να επιλύσει η βαθιά μάθηση, η οποία

τα τελευταία χρόνια έφερε επανάσταση στον τομέα της αναγνώρισης συναισθημάτων προσώπου [42].

Τα Συστήματα Αναγνώρισης Συναισθημάτων Προσώπου που βασίζονται στη βαθιά μάθηση (Deep learning-based FERS) γεφυρώνουν το χάσμα μεταξύ ανθρώπου και μηχανής, καθώς συμβάλλουν στην αποκωδικοποίηση και κατανόηση των εκφράσεων του προσώπου [43]. Είναι πιο ισχυρά και διαθέτουν βελτιωμένη ακρίβεια, αποτελεσματικό και προσαρμοστικότητα σε σχέση με τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων που βασίζονται στη μηχανική μάθηση [44]. Για την αυτόματη εξαγωγή των χαρακτηριστικών από εικόνες και βίντεο προσώπου και την ταξινόμηση των συναισθημάτων που απορρέουν από τα χαρακτηριστικά του προσώπου χρησιμοποιούν βαθιά νευρωνικά δίκτυα (Deep Neural Networks) [45]. Η βαθιά μάθηση επιτρέπει στα μοντέλα να εξάγουν απευθείας από τα δεδομένα εισόδου (ακατέργαστα δεδομένα) πολύπλοκα και ιεραρχικά χαρακτηριστικά σε αντίθεση με τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων που βασίζονται στη μηχανική μάθηση [46].

Τα Συστήματα Αναγνώρισης Συναισθημάτων Προσώπου που βασίζονται στη βαθιά μάθηση περιλαμβάνουν Συνελικτικά Νευρωνικά Δίκτυα (Convolutional Neural Networks - CNN), Επαναλαμβανόμενο Νευρωνικό Δίκτυο (Recurrent Neural Network – RNN), Μοντέλα Μακροπρόθεσμης - Βραχυπρόθεσμης Μνήμης (Long Short-Term Memory - LSTM) και Παραγωγικό Αντιπαραθετικό Δίκτυο (Generative Adversarial Networks - GAN) [47], [48].

Το RNN και το CNN συμβάλλουν στην ανακάλυψη πολύπλοκων μοτίβων σχετικά με τα δεδομένα προσώπου οδηγώντας στη μετάβαση από τη χειροκίνητη μηχανική χαρακτηριστικών (συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων προσώπου που βασίζονται στη μηχανική μάθηση) στην αυτοματοποιημένη εκμάθηση χαρακτηριστικών (συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων προσώπου που βασίζονται στη βαθιά μάθηση) [49], [50], [51]. Χρησιμοποιούνται για εργασίες εξαγωγής, αναγνώρισης και ταξινόμησης χαρακτηριστικών [52].

Τα RNN αποτελούν τον κατάλληλο τύπο νευρωνικού δικτύου για την επεξεργασία διαδοχικών δεδομένων, όπως καρέ βίντεο, επιτρέποντάς τους να συλλαμβάνουν χρονικές εξαρτήσεις και μοτίβα με την πάροδο του χρόνου [53]. Καθώς οι εκφράσεις του προσώπου είναι δυναμικές και επομένως αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου τα RNN μπορούν να καταγράψουν τις αλλαγές στα χαρακτηριστικά του προσώπου, επεξεργάζοντας μια ακολουθία καρέ ή εικόνων [54]. Οι χρονικές πληροφορίες είναι κρίσιμες για την ακριβή αναγνώριση συναισθημάτων παρέχοντας μια πιο ολοκληρωμένη κατανόηση των συναισθημάτων [55].

Τα CNN χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή χαρακτηριστικών από εικόνες προσώπων και την ταξινόμηση των συναισθημάτων. Αποτελείται από τρία (3) επίπεδα το συνελικτικό επίπεδο, το επίπεδο συγκέντρωσης και το πλήρως συνδεδεμένο επίπεδο τα οποία αποτελούν την αρχιτεκτονική του CNN [57]. Το συνελικτικό Επίπεδο (convolution layer) είναι το πρώτο επίπεδο κατά το οποίο μια πράξη συνέλιξης εφαρμόζεται στην εικόνα που λαμβάνεται ως είσοδος και προκύπτουν τα χαρακτηριστικά της εικόνας ως έξοδος [58]. Για την εξαγωγή διαφορετικών χαρακτηριστικών από την εικόνα εισόδου εκτελείται μια λειτουργία συνέλιξης από καθένα από τα πολλαπλά φίλτρα που αποτελούν το συνελικτικό επίπεδο [59]. Η έξοδος κάθε φίλτρου ονομάζεται χάρτης χαρακτηριστικών [60]. Το επίπεδο

συγκέντρωσης (pooling layer), ως βασικό στόχο έχει τη μείωση των χωρικών διαστάσεων των χαρτών χαρακτηριστικών και κατά συνέπεια τη μείωση του υπολογιστικού φόρτου [61], [62]. Το Max Pooling, Average Pooling και Global Pooling αποτελούν ορισμένους από τους τύπους επιπέδων συγκέντρωσης [63], [64]. Το πλήρως συνδεδεμένο επίπεδο (fully connected layer) αξιοποιείται για την ταξινόμηση εικόνων με βάση τα χαρακτηριστικά τους που εξήχθησαν από προηγούμενα επίπεδα [65].

Τα μοντέλα LSTM αξιοποιείται στην αναγνώριση συναισθημάτων προσώπου για δύο λόγους. Αρχικά για την καταγραφή των χρονικών εξαρτήσεων των εκφράσεων του προσώπου και επίσης για την ταξινόμηση των συναισθημάτων [66]. Για την ταξινόμηση των επτά θεμελιωδών εκφράσεων που περιγράφονται στο κεφάλαιο [2.3 Βασικά Συναισθήματα – P. Ekman](#): ευτυχία, θυμό, αηδία, φόβο, λύπη, περιφρόνηση και έκπληξη με ουδέτερο μια αρχιτεκτονική βασισμένη στο CNN και το LSTM προτάθηκε [67]. Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη προσέγγιση, η οποία αποτελείται από δυο φάσεις, κατά τη διάρκεια της πρώτης φάσης συντελείται η εξαγωγή των χαρακτηριστικών από τις εικόνες του προσώπου χρησιμοποιώντας το CNN και η δεύτερη φάση ταξινομούνται τα εξαγόμενα χαρακτηριστικά χρησιμοποιώντας το LSTM [68], [69].

Τα GANs χρησιμοποιούνται στην αναγνώριση συναισθημάτων προσώπου καθώς συμβάλλουν στη βελτίωση της ακρίβειας της αναγνώρισης των συναισθημάτων [70]. Χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ρεαλιστικών εκφράσεων του προσώπου και την ταξινόμηση των συναισθημάτων [71].

2.5.4 Βάσεις Δεδομένων Συναισθημάτων Προσώπου (Facial Emotion Datasets)

Πολυάριθμες βάσεις δεδομένων συναισθημάτων έχουν δημιουργηθεί από εμπειρογνώμονες για την αξιολόγηση των μεθόδων αναγνώρισης συναισθημάτων προσώπου. Οι βάσεις δεδομένων συναισθημάτων προσώπου περιλαμβάνουν ένα μεγάλο εύρος δεδομένων που σχετίζεται με την έκφραση συναισθημάτων, ώστε οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης να μπορούν να κατανοήσουν τις συναισθηματικές καταστάσεις των ανθρώπων, μέσω της εκπαίδευσης τους και της αναγνώρισης μοτίβων. Στη συνέχεια παρουσιάζεται μια λεπτομερής επισκόπηση ορισμένων βάσεων δεδομένων.

CK+ Cohn Kanade (Extended Cohn-Kanade dataset)

Η βάση δεδομένων Cohn-Kanade (CK) κυκλοφόρησε το 2000 με στόχο την αυτόματη ανίχνευση μεμονωμένων εκφράσεων προσώπου [72]. Αποτελεί μια από τις πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες βάσεις δεδομένων για την ανάπτυξη και αξιολόγηση αλγορίθμων και συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων προσώπου [72], [73]. Το σύνολο δεδομένων CK+ αποτελεί μια επέκταση του αρχικού δεδομένων CK [72].

Για τη δημιουργία του συνόλου δεδομένων Extended Cohn-Kanade (CK+) καταγράφηκε η συμπεριφορά του προσώπου 210 ενηλίκων χρησιμοποιώντας δύο κάμερες Panasonic AG-7500 [74]. Η ηλικία των συμμετεχόντων κυμαίνονταν από 18 έως 50 ετών, με ποσοστό 69% γυναίκες, 81%, Ευρωπαϊκοί, 13% Αφροαμερικανοί και 6% άλλες ομάδες [75]. Σε κάθε βίντεο παρουσιάζεται η εξέλιξη των εκφράσεων του προσώπου από την ουδέτερη έκφραση

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

σε μια στοχευμένη έκφραση, η οποία καταγράφεται στα 30 καρέ ανά δευτερόλεπτο (FPS) με ανάλυση είτε 640x490 είτε 640x480 pixels [76], [77].



Εικόνα 9. Παράδειγμα βάσης δεδομένων CK+ Cohn Kanade [72]

Το σύνολο δεδομένων αποτελείται από 593 ακολουθίες και 123 θέματα. Περιλαμβάνει τις επτά βασικές κατηγορίες συναισθημάτων: θυμό, περιφρόνηση, αηδία, φόβο, ευτυχία, λύπη, έκπληξη και την ουδέτερη έκφραση [78].

Ως action unit ορίζεται η διαμόρφωση του προσώπου που επιφέρεται από τη συστολή ενός ή περισσότερων μυών του προσώπου και είναι ανεξάρτητες από την ερμηνεία των συναισθημάτων [79].

Πίνακας 1. Κωδικοποίηση Συναισθημάτων [72]

AU	Αγγλική Ονομασία	Ελληνική Ονομασία	N
1	Inner Brow Raiser	Εσωτερική γωνία φρυδιών ανασηκωμένη	173
2	Outer Brow Raiser	Εξωτερική γωνία φρυδιών ανασηκωμένη	116
4	Brow Lowerer	Φρύδια χαμηλωμένα	191
5	Upper Lip Raiser	Άνω χείλος ανασηκωμένο	102
6	Cheek Raiser	Μάγουλα ανασηκωμένα	122

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

7	Lid Tightener	Σφίξιμο των βλεφάρων	119
9	Nose Wrinkler	Μύτη με ρυτίδες	74
10	Upper Lip Raiser	Άνω χείλος ανασηκωμένο	21
11	Nasolabial Deepener	Ρινοχειλική εμβάθυνση	33
12	Lip Corner Puller	Έλξη της γωνίας του στόματος	111
13	Cheek Puller	Έλξη των παρειών (μάγουλα)	2
14	Dimpler	Εμβάθυνση της παρειάς (λακκάκια)	29
15	Lip Corner Depressor	Καθελκτήρας της γωνίας του στόματος	89
16	Lower Lip Depressor	Καθελκτήρας του κάτω χείλους	24
17	Chin Raiser	Πηγούνι ανασηκωμένο	196
18	Lip Puckerer	Πτύχωση των χειλιών	9
20	Lip Stretcher	Διάταση των χειλιών	77
21	Neck Tightener	Σύσφιξη λαιμού	3
23	Lip Tightener	Σύσφιξη χείλους	59
24	Lip Pressor	Πιεσμένο χείλος	57
25	Lips Part	Διαχωρισμός χειλιών	287
26	Jaw Drop	Πτώση της κάτω γνάθου	48
27	Mouth Stretch	Διάταση τα στοματικής κουλοότητας	81

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

28	Lip Suck	Ρουφηγμένα χείλη	1
29	Jaw Thrust	Ώθηση της κάτω γνάθου	1
31	Jaw Clencher	Σύσφιξη της κάτω γνάθου	3
34	Cheek Puff	Μάγουλα φουσκωμένα	1
38	Nostril Dilator	Διαστολή μυκτήρων (ρουθουνιών)	29
39	Nostril Compressor	Συμπίεση μυκτήρων (ρουθουνιών)	16
43	Eyes Closed	Μάτια κλειστά	9

Πίνακας 2. Περιγραφή συναισθήματος ως προς τις μονάδες δράσης προσώπου (AU) [72]

Συναισθήματα	Κριτήρια
Θυμός	ΤΑ AU23 και AU24 πρέπει να υπάρχουν στον συνδυασμό AU
Αηδία	Πρέπει να υπάρχει είτε AU9 είτε AU10
Φόβος	Πρέπει να υπάρχει συνδυασμός AU1+2+4, εκτός εάν η AU5 είναι έντασης Ε τότε η AU4 μπορεί να απουσιάζει
Χαρά	Πρέπει να υπάρχει η AU12
Θλίψη	Πρέπει να υπάρχουν είτε AU1+4+15 είτε 11. Εξαίρεση αποτελεί η AU6+15
Έκπληξη	Πρέπει να υπάρχουν είτε AU1+2 είτε 5 και η ένταση του AU5 δεν πρέπει να είναι ισχυρότερη από το Β
Περιφρόνηση	Πρέπει να υπάρχει η AU14 (είτε μονόπλευρη είτε αμφοτερόπλευρη)

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

MMI Facial Expression Database

Η βάση δεδομένων MMI Facial Expression Database αποτελεί έναν διαρκώς αναπτυσσόμενο διαδικτυακό σύνολο για AU (μονάδα δράσης) και για την αναγνώριση συναισθημάτων από βίντεο προσώπου [80]. Η βάση δεδομένων δημιουργήθηκε το 2002 και αποτελεί μια συλλογή βίντεο και εικόνες των εκφράσεων του προσώπου που στοχεύει στη συνεισφορά της στη δημιουργία και την αξιολόγηση αλγορίθμων αναγνώρισης εκφράσεων προσώπου [80]. Η βάση δεδομένων MMI περιλαμβάνει πάνω από 2900 βίντεο και στατικές εικόνες υψηλής ανάλυσης 75 θεμάτων [81]. Περιέχει εγγραφές του πλήρους χρονικού μοτίβου αλλαγής μια έκφρασης του προσώπου, από την ουδέτερη, μέσω μιας σειράς φάσεων έναρξη, κορυφή και μετατόπιση και επαναφορά πάλι σε ένα ουδέτερο πρόσωπο [82]. Εκτός από τα έξι βασικά συναισθήματα, η MMI περιλαμβάνει και πρωτότυπες εκφράσεις [83]. Επιπλέον πρόσφατα προστέθηκαν και ηχογραφήσεις ρεαλιστικών εκφράσεων οδηγώντας στην αντιμετώπιση παραλείψεων που υπάρχουν σε άλλες βάσεις δεδομένων εκφράσεων προσώπου [84].



Εικόνα 10. Παράδειγμα βάσης δεδομένων MMI [85]

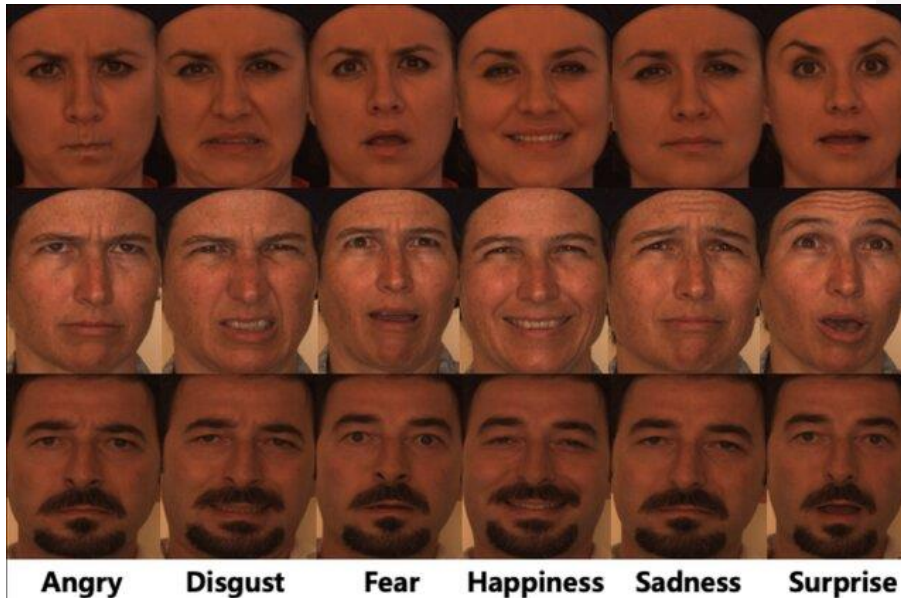
Bosphorus Dataset

Η βάση δεδομένων Bosphorus προορίζεται για έρευνα σε εργασίες επεξεργασίας 3D και 2D ανθρώπινου προσώπου, όπως αναγνώριση έκφρασης, ανίχνευση μονάδας δράσης προσώπου, εκτίμηση έντασης μονάδας δράσης προσώπου, αναγνώριση προσώπου υπό αντίξοες συνθήκες, παραμορφώσιμη μοντελοποίηση προσώπου και 3D αναδόμηση προσώπου [86], [87]. Υπάρχουν 105 θέματα και 4.666 πρόσωπα στη βάση δεδομένων [88]. Αυτή η βάση δεδομένων είναι μοναδική από τρεις απόψεις [89]:

1. Αποτελείται από μια μεγάλη συλλογή συναισθημάτων προσώπου:
 - a. Ανά άτομο, τουλάχιστον 35 συναισθήματα προσώπου κωδικοποιούνται.
 - b. Βαθμολόγηση FACS.
 - c. Το ένα τρίτο των ατόμων είναι επαγγελματίες ηθοποιοί.

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

2. Υπάρχουν συστηματικές παραλλαγές της στάσης του κεφαλιού.
3. Περιλαμβάνονται ποικίλες χαρακτηριστικών προσώπου (γυαλιά, μαλλιά, μουστάκια και γένια).



Εικόνα 11. Παράδειγμα βάσης δεδομένων Bosphorus [90]

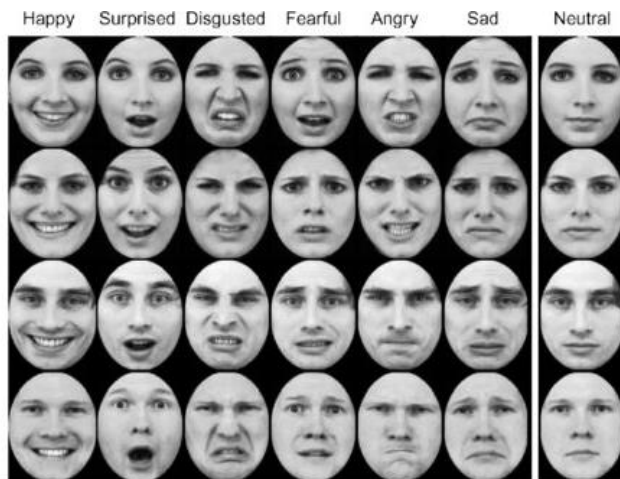
Η βάση δεδομένων Bosphorus αποτελεί ένα αξιοσημείωτο εργαλείο για τους ερευνητές για την ανάπτυξη και αξιολόγηση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων προσώπου λόγω της ποικιλομορφίας της [91]. Συνεισφέρει στην κατανόηση του τρόπου έκφρασης των συναισθημάτων μέσω του προσώπου, καθώς και την εξέλιξη της έκφρασης των συναισθημάτων ενός ατόμου σε πραγματικές συνθήκες [92].

Karolinska Directed Emotional Faces (KDEF)

Η βάση δεδομένων συναισθημάτων KDEF αποτελείται από 490 εικόνες συναισθηματικών εκφράσεων του προσώπου [93]. Δημιουργήθηκε το 1998 και έκτοτε είναι ελεύθερη η διάθεση του στην ερευνητική κοινότητα [94]. Για καθένα από τα 70 άτομα, 35 άντρες και 35 γυναίκες, που αποτελούν τη συγκεκριμένη βάση δεδομένων έχουν καταγραφεί δύο φορές πέντε διαφορετικές οπτικές γωνίες επτά διαφορετικές συναισθηματικές εκφράσεις (Θυμωμένος, Φοβισμένος, Αηδιασμένος, Λυπημένος, Χαρούμενος, Έκπληκτος και Ουδέτερος), συνθήκες φωτισμού και φόντο [95]. Για κάθε εικόνα προσώπου το αρχικά μέγεθος είναι 562 pixel × 762 pixel [96]. Τα άτομα της φωτογράφισης ήταν εκπαιδευμένοι ερασιτέχνες ηθοποιοί μεταξύ 20 και 30 ετών [97]. Τα γυαλιά οράσεως, το μακιγιάζ, τα γένια, τα μουστάκια και τα σκουλαρίκια, αποτελούσαν κριτήρια αποκλεισμού [98]. Τα

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

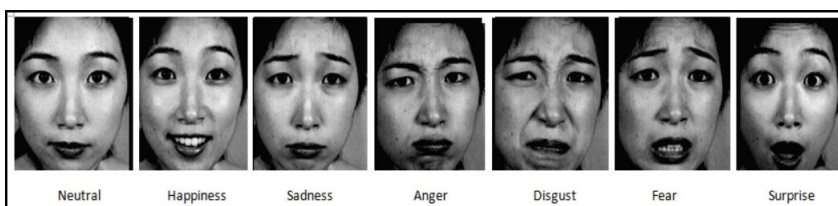
άτομα που συμμετείχαν στην έρευνα έλαβαν οδηγίες για να παρουσιάζουν συγκεκριμένα συναισθήματα σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον και να κάνουν την έκφραση τους όσο το δυνατόν ξεκάθαρη [99].



Εικόνα 12. Παράδειγμα βάσης δεδομένων KDEF [99]

Japanese Female Facial Expression (JAFFE)

Η βάση δεδομένων JAFFE αποτελείται από μια συλλογή 213 εικόνων επτά συναισθηματικών καταστάσεων προσώπου από 10 Γιαπωνέζες γυναίκες [100]. Κάθε μια από τις 10 γυναίκες κλήθηκε να εκφράσει 7 διαφορετικές, έξι βασικές εκφράσεις προσώπου (ευτυχία, λύπη, θυμός, φόβος, έκπληξη και αηδία) και την ουδέτερη.



Εικόνα 13. Παράδειγμα βάσης δεδομένων JAFFE [100]

2.5.5 Παραδοσιακά Συστήματα Αναγνώρισης Συναισθημάτων που Βασίζονται στην Ομιλία (Traditional Speech Emotion Recognition Systems)

Τα παραδοσιακά συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων ομιλίας έχουν ως στόχο μέσω της ανάλυσης της ομιλίας να εντοπίσουν και να κατηγοριοποιήσουν τα συναισθήματα του

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

ομιλητή [102]. Τα βασικά βήματα της διαδικασίας που ακολουθείται για τον εντοπισμό και την αναγνώριση των συναισθημάτων μέσω της ομιλίας είναι τα ακόλουθα [103], [104], [105]:

1. Αρχικά το σύστημα λαμβάνει σαν είσοδο το δείγμα ομιλίας του ατόμου.
2. Στη συνέχεια πραγματοποιείται εξαγωγή των κατάλληλων χαρακτηριστικών (τόνο, ρυθμός, ένταση, ποιότητα φωνής) από το δείγμα.
3. Έπειτα για τα προαναφερθέντα εντοπισθέντα χαρακτηριστικά πραγματοποιείται κατηγοριοποίηση.
4. Χρήση παραδοσιακών αλγορίθμων μηχανικής μάθησης. Σε αυτούς περιλαμβάνονται οι ακόλουθοι:
 - Gaussian Mixture Model (GMM)
 - Hidden Markov Model (HMM)
 - Artificial Neural Network (ANN)
 - Support Vector Machines (SVM)
 - k-Nearest Neighbor (k-NN)
 - Decision Trees
 - Naïve Bayes Classifiers (NB)
 - k-means
5. Αναγνώριση των Συναισθημάτων που εκφράζονται μέσω της ομιλίας δείγματος.



Εικόνα 14. Λειτουργία παραδοσιακών συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων ομιλίας [106]

2.5.6 Συστήματα Αναγνώρισης Συναισθημάτων που Βασίζονται στη Βαθιά Μάθηση (Deep Learning Speech Emotion Recognition Systems)



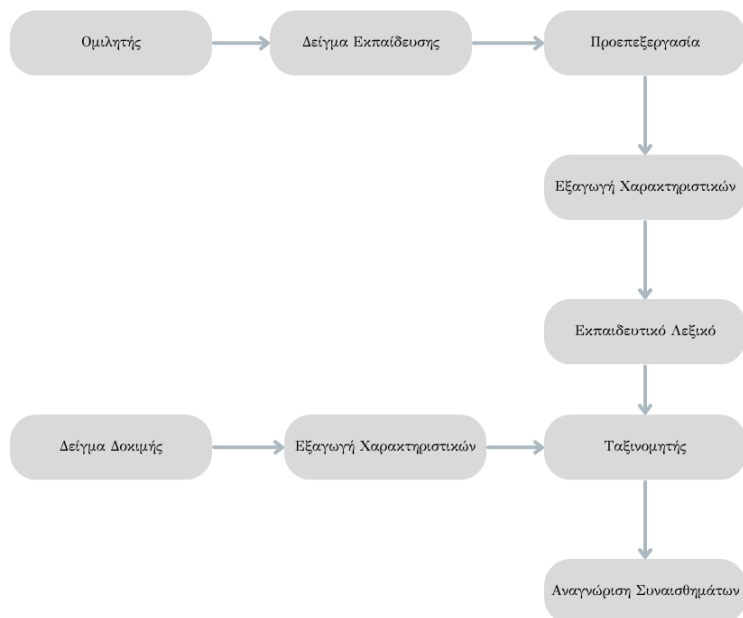
Εικόνα 15. Λειτουργία συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων ομιλίας που βασίζονται στη βαθιά μάθηση [106]

Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων ομιλίας τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων ομιλίας που βασίζονται στη βαθιά μάθηση αξιοποιούν τεχνικές βαθιάς μάθησης ώστε να βελτιώσουν την ακρίβεια τους στην αναγνώριση συναισθημάτων [107]. Το βασικό τους πλεονεκτήματος είναι ότι δεν περιλαμβάνουν τα βήματα εξαγωγής και επιλογής χαρακτηριστικών, καθώς οι αλγόριθμοι βαθιάς εκμάθησης επιλέγουν αυτόματα όλα τα χαρακτηριστικά [108], [109].

Οι πιο γενικά χρησιμοποιούμενοι αλγόριθμοι βαθιάς μάθησης στην περιοχή αναγνώρισης συναισθημάτων ομιλίας είναι οι [106], [110], [111]:

- Deep Neural Networks (DNN)
- Deep Belief Networks (DBN)
- Long-Short Term Memory (LSTM)
- Deep Boltzmann Machine (DBM)
- Recurrent Neural Networks (RNN)

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.



Εικόνα 16. Λειτουργία συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων ομιλίας

2.5.7 Βάσεις Δεδομένων Συναισθημάτων Ομιλίας (Speech Emotion Datasets)

Πίνακας 3. Συναισθήματα και Παράμετροι Ομιλίας [112]

Συναίσθημα	Τόνος	Ένταση	Ρυθμός Ομιλίας	Ποιότητα Φωνής
Θυμός	Απότομος κι αγχώδης	Πολύ ψηλότερη	Οριακά πιο γρήγορος	Πιο γρήγορες αναπνοές απ'τον θώρακα
Αηδία	Ευρύς με καθοδική τάση	Χαμηλότερη	Πολύ πιο γρήγορος	Θωρακικός τόνος με τάση για παράπονο
Φόβος	Ευρύς, κανονικός	Χαμηλότερη	Πολύ γρήγορα	Ακανόνιστη χροιά
Ευτυχία	Πιο ευρύς με ανοδική τάση	Υψηλότερη	Πιο γρήγορα / πιο αργά	Πιο γρήγορες αναπνοές με

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

				ηχηρό τόνο
Χαρά	Πάρα πολύ ευρύς σε πλήρη έκταση	Υψηλότερη	Γρηγορότερα	Πιο γρήγορες αναπνοές με έντονη χροιά
Θλίψη	Ελαφρώς στενότερος	Προς τα κάτω κλίση	Χαμηλότερα	Ηχηρή, βαθύτερος χρωματισμός χροιάς

Πίνακας 4. Βάσεις Δεδομένων Συναισθημάτων Ομιλίας [113], [114]

Βάση Δεδομένων	Γλώσσα	Μέγεθος	Συναισθήματα
EmoDB Dataset (Berlin Database of Emotional Speech)	Γερμανικά	7 συναισθήματα, 10 εκφωνήσεις, 10 ομιλητές (5 άντρες και 5 γυναίκες)	Θυμός, πλήξη, άγχος, ευτυχία, θλίψη, αηδία και ουδέτερο
Interactive Emotional Motion Capture (USC – IEMOCAP)	Αγγλικά	5 συνεδρίες όπου η κάθε μια περιλαμβάνει τη συνομιλία μεταξύ δυο ατόμων (έναν άντρα και μια γυναίκα) και το αντίστοιχο κείμενο της ομιλίας	Θυμός, ευτυχία, θλίψη, απογοήτευση και ουδέτερο
Surrey Audio – Visual Expressed Emotion (SAVEE)	Αγγλικά	7 συναισθήματα, 4 άντρες ομιλητές, 120 εκφωνήσεις	Έκπληξη, θυμός, φόβος, λύπη, αηδία, ευτυχία και ουδέτερο
Multilingual Database	Ινδικά, Αγγλικά, Ταμίλ και Μαλαγιάλαμ	10 ομιλητές με συναισθηματικά προκαταλημμένες εκφωνήσεις	Θυμωμένος, χαρούμενος, λυπημένος
Danish Emotional Databases	Δανέζικα	5 συναισθήματα, 4 ομιλητές	Θυμός, θλίψη, έκπληξη, χαρά και ουδέτερο
INTERFACE05	Αγγλικά, Ισπανικά, Γαλλικά και Σλοβένικα	186 αγγλικές, 184 ισπανικές, 175 γαλλικές και 190 σλοβένικες εκφωνήσεις αντίστοιχα	Θλίψη, χαρά, φόβος, αηδία και ουδέτερο

2.6 Τύποι Δεδομένων

Η ταχεία εξέλιξη της τεχνολογίας πληροφοριών και των αισθητήρων τα τελευταία χρόνια έδωσε τη δυνατότητα στις μηχανές να αναλύουν και να αναγνωρίζουν τα συναισθήματα που εκφράζουν οι άνθρωποι. Η αναγνώριση συναισθημάτων βρίσκει εφαρμογή σε ποικίλους τομείς, καθώς αποτελεί μια σημαντική ερευνητική κατεύθυνση. Η αναγνώριση συναισθημάτων πραγματοποιείται μέσω της ανάλυσης των εκφράσεων του προσώπου, της ομιλίας, των φυσιολογικών σημάτων και της συμπεριφοράς τα οποία συλλέγονται από διαφορετικούς αισθητήρες. Ακολουθώντας παρουσιάζονται οι τύποι δεδομένων που συλλέγουν, αναλύουν, μεταδίδουν και αποθηκεύουν τα συγκεκριμένα συστήματα.

Δεδομένα Προσώπου - Βιομετρία Προσώπου (Facial Data – Facial Biometrics)

Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων για την εκτέλεση της ανάλυσης των εκφράσεων προβαίνουν σε καταγραφή εικόνων ή βίντεο του προσώπου [115]. Στη συλλογή και την ανάλυση των χαρακτηριστικών του προσώπου, περιλαμβάνονται η απόσταση μεταξύ των ματιών, το περίγραμμα του προσώπου και το σχήμα της μύτης [116]. Τα συγκεκριμένα οπτικά αρχεία υποβάλλονται σε επεξεργασία ώστε να εντοπιστούν βασικά χαρακτηριστικά του προσώπου όπως το σχήμα και την έκφραση του στόματος, οι κινήσεις των ματιών, η τοποθέτηση και η κίνηση των φρυδιών [117]. Τα προαναφερθέντα αρχεία θεωρούνται ευαίσθητα, καθώς μέσω της επεξεργασίας τους αποκαλύπτονται οι εκφράσεις και τα συναισθήματα του ατόμου. Επιπλέον η αποθήκευση των βιομετρικών δεδομένων ενός προσώπου εγείρει ανησυχίες αναφορικά με το απόρρητο και την ασφάλεια, καθώς μπορεί να οδηγήσουν στην αποκάλυψη της ταυτότητας ενός ατόμου.

Βιομετρικά Δεδομένα (Biometric Data)

Στα βιομετρικά δεδομένα που συλλέγουν τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων συνυπολογίζονται τα δακτυλικά αποτυπώματα, η σάρωση του αμφιβληστροειδούς, η γεωμετρία και η δομή του προσώπου [118], [119]. Τα συγκεκριμένα ευαίσθητα δεδομένα είναι μοναδικά για κάθε άτομο και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επαλήθευση της ταυτότητας ενός ατόμου.

Δεδομένα Φωνής (Voice Data)

Προκειμένου να ανιχνεύσουν και να κατηγοριοποιήσουν τα συναισθήματα ενός ατόμου τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων συλλέγουν και επεξεργάζονται τις ηχητικές εγγραφές ενός ατόμου [120]. Αναλύουν την ένταση, το ρυθμό, τον τόνο, τα μοτίβα της ομιλίας και τα χαρακτηριστικά της φωνής ώστε να εντοπίσουν τα συναισθήματα του ατόμου [121].

Φυσιολογικά Δεδομένα (Physiological Data)

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

Για την ανίχνευση των συναισθημάτων τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων μπορούν να συλλέγουν και να αναλύουν φυσιολογικές δεδομένα, όπως η θερμοκρασία του σώματος, ο καρδιακός παλμός και η αγωγιμότητα του δέρματος [122]. Τα φυσιολογικά δεδομένα συλλέγονται μέσω φορητών συσκευών ή/και αισθητήρων [123].

Δεδομένα Συμπεριφοράς (Behavioral Data)

Για να αξιολογήσει τις συναισθηματικές ενδείξεις και τη συμπεριφοράς ενός ατόμου τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων αναλύουν δεδομένα συμπεριφοράς [124]. Στα συστήματα συμπεριφοράς περιλαμβάνονται τα μοτίβα της κίνησης του ατόμου, οι χειρονομίες και η γλώσσα του σώματος [125]. Λόγω της αποκάλυψης της αντίδρασης ενός ατόμου σε διαφορετικές καταστάσεις και ερεθίσματα τα συμπεριφορικά δεδομένα θεωρούνται ευαίσθητα δεδομένα.

Δεδομένα Κειμένου - Δεδομένα Κοινωνικών Δικτύων (Text Data - Social Network Data)

Τα δεδομένα από τα κοινωνικά δίκτυα και οι αλληλεπιδράσεις ενός ατόμου με άλλα μέσω των κοινωνικών δικτύων παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τις συναισθηματικές καταστάσεις του ατόμου. Οι αναρτήσεις και τα μηνύματα στα κοινωνικά δίκτυα, τα μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, τα δίκτυα φίλων και τα μοτίβα αλληλεπιδράσεις που διαδραματίζονται στο διαδίκτυο αποκαλύπτουν πληροφορίες για την συναισθηματική κατάσταση του ατόμου και τις κοινωνικές του σχέσεις [127].

Δημογραφικά Δεδομένα (Demographic Data)

Δημογραφικά δεδομένα όπως το φύλο, η ηλικία και το πολιτισμικό υπόβαθρο μπορούν μέσω της συλλογής και ανάλυσης τους να αποκαλύψουν πληροφορίες για την συναισθηματική κατάσταση ενός ατόμου [128]. Επιπλέον οι συναισθηματικές εκφράσεις μπορούν να επηρεαστούν από τις πολιτισμικές διαφορές.

Κρίνεται αξιόλογο να επισημανθεί ότι η συλλογή και η επεξεργασία των προσωπικών δεδομένων από τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων θα πρέπει να εναρμονίζεται με τους σχετικούς κανονισμούς και νόμους και να πραγματοποιείται θέτοντας το επίκεντρο την προστασία της ιδιωτικής ζωής και των δεδομένων. Τα άτομα θα πρέπει να ενημερώνονται σχετικά με τις πρακτικές συλλογής, επεξεργασίας, αποθήκευσης και μετάδοσης των δεδομένων τους [16]. Η συγκατάθεση και η διαφάνεια στη συλλογή δεδομένων, τα μέτρα ασφαλείας για την προστασία τους και οι πολιτικές διατήρησης αποτελούν πυλώνες για τη διατήρηση της ασφάλειας και του απορρήτου.

2.8 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα των Συστημάτων Αναγνώρισης Συναισθημάτων

Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων αποτελούν μια εξελισσόμενη και συναρπαστική τεχνολογία. Εκφράσεις του προσώπου, φωνητικοί τόνοι και φυσιολογικοί δείκτες αποτελούν ορισμένα από τα δεδομένα εισόδου που αναλύουν τα συγκεκριμένα συστήματα ώστε να αποκωδικοποιήσουν τα ανθρώπινα συναισθήματα. Η μελέτη των προκλήσεων που συνοδεύουν την τεχνολογία αναγνώρισης συναισθημάτων κρίνεται αναγκαία παρόλα τα οφέλη που προφέρει σε ποικίλους τομείς [147].

Πλεονεκτήματα

Βελτιωμένη Ασφάλεια: Η τεχνολογία αναγνώρισης συναισθημάτων μπορεί να συμβάλλει στην πρόληψη και αποτροπή ατυχημάτων και επιθέσεων και των ατυχημάτων μέσω του εντοπισμού συναισθημάτων που εμπλέκονται με την ασφάλεια, όπως ο θυμός, η οργή, το άγχος και η ένταση [148], [149].

Βελτιωμένη Κατανόηση Συναισθηματικής Κατάστασης: Μέσω της τεχνολογία αναγνώρισης συναισθημάτων επιτρέπεται η κατανόηση της συναισθηματικής κατάστασης των ανθρώπων και ο εντοπισμός των αναγκών τους [150].

Προσωποποιημένες – Εξατομικευμένες Υπηρεσίες: Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων μπορούν να παρέχονται εξατομικευμένες υπηρεσίες στους χρήστες μέσω της ανάλυσης των συναισθημάτων τους. Στον τομέα της ψυχαγωγίας, μπορεί να προσφέρει προσωποποιημένες εμπειρίες για τους παίκτες σε βιντεοπαιχνίδια ή στα άτομα που παρακολουθούν ταινίες και μουσική [151], [152].

Βελτιωμένη Υγεία – Ευημερία: Η τεχνολογία αναγνώρισης συναισθημάτων μπορεί να αξιοποιηθεί για την αναγνώριση συναισθημάτων που αφορούν την υγεία, όπως το στρες, η κατάθλιψη και το άγχος [153]. Επομένως, τα συγκεκριμένα συστήματα συμβάλλουν στον εντοπισμό και την παρακολούθηση ασθενειών και στην αποτελεσματική θεραπεία τους. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη και τη θεραπεία των ασθενειών.

Ενίσχυση της Οδικής Ασφάλειας: Μέσω των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων και του εντοπισμού της αντίδραση του οδηγού σε διάφορες καταστάσεις μπορούν να προληφθούν ατυχήματα [154], [155].

Προστασία Ευάλωτων Ομάδων: Μέσω των συσκευών αναγνώρισης συναισθημάτων επιτυγχάνεται η γρήγορη ειδοποίηση των φροντιστών ή των μελών της οικογένειας σε περίπτωση έκτακτης κατάστασης ευάλωτων ομάδων όπως οι ηλικιωμένοι και τα παιδιά [156].

Κατανόηση Συναισθημάτων Πλήθους: Στα κοινωνικά δίκτυα τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων μπορούν να εφαρμοστούν να την αποκωδικοποίηση των συναισθημάτων σε δημοσιεύσεις και σχόλια. Αποτέλεσμα αυτού είναι η λήψη μέτρων για την αντιμετώπιση κοινωνικών προβλημάτων και η ικανότητα γνώσης για τα αισθήματα των πολιτών σε πλήθος θεμάτων από τις κυβερνήσεις, οργανισμούς και μελετητές [157].

Βελτίωση Εργασιακού Χώρου: Για τη δημιουργία του κατάλληλου εργασιακού περιβάλλοντος τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων μέσω της παροχής

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

πληροφοριών αναφορικά με τα συναισθήματα των εργαζομένων μπορούν να οδηγήσουν σε μείωση του άγχους και ενίσχυση της ευεξίας και παραγωγικότητας [158].

Ενίσχυση της Εκπαιδευτικής Διαδικασίας: Μέσω της τεχνολογίας αναγνώρισης συναισθημάτων είναι δυνατή η κατανόηση της συναισθηματικής κατάστασης των μαθητών και επομένως η παροχή εξατομικευμένων προσεγγίσεων στον εκάστοτε μαθητή [159].

Εξυπηρέτηση Πελατών: Η αναγνώριση σε πραγματικό χρόνο της συναισθηματικής κατάστασης των πελατών από αυτοματοποιημένους πράκτορες εξυπηρέτησης και η προσαρμογή των απαντήσεων τους αποτελεί μια βασική δυνατότητα της τεχνολογίας αναγνώρισης συναισθημάτων [160].

Μειονεκτήματα

Παραβίαση Ιδιωτικότητας: Η συλλογή και επεξεργασία δεδομένων συναισθημάτων θέτει σε απειλή την ιδιωτική ζωή των ανθρώπων, καθώς αποκαλύπτει πτυχές της προσωπικής τους κατάστασης [161].

Διακρίσεις και Στερεότυπα: Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων υπάρχει ο κίνδυνος να δημιουργήσουν και διαιωνίσουν διακρίσεις, στερεότυπα και να ενισχύσουν υφιστάμενες ανισότητες, καθώς οι αλγόριθμοι τους μπορεί να διακατέχονται από προκαταλήψεις [162]. Σε τομείς όπως η επιβολή του νόμου, η απασχόληση και ο έλεγχος των συνόρων η προαναφερθέντα κατάσταση ενδέχεται να επηρεάσει αρνητικά συγκεκριμένα άτομα και ομάδες της κοινωνίας.

Ανακρίβεια: Η τεχνολογία αναγνώρισης συναισθημάτων μπορεί να είναι ανακριβής στην αναγνώριση των συναισθημάτων καθώς είναι ακόμα εξελισσόμενη. Η ανακρίβεια στα σύνολα δεδομένων εκπαίδευσης μπορεί να οδηγήσει σε μεροληπτικά ή λανθασμένα συμπεράσματα. Η πολύπλοκη φύση των ανθρώπινων συναισθημάτων αποτελεί τροχοπέδη στην ανάπτυξη αλγορίθμων ικανών να κατανοήσουν αποτελεσματικά τα συναισθήματα [163].

Κίνδυνος Ασφάλειας Δεδομένων: Η συλλογή, επεξεργασία, αποθήκευση και μετάδοση δεδομένων σχετικά με τα συναισθήματα συνοδεύεται από προκλήσεις σχετικά με την ασφάλεια και τον κίνδυνο να πραγματοποιηθεί διαρροή των προσωπικών δεδομένων, πώληση σε τρίτους ή εκμετάλλευση για κακόβουλους σκοπούς [164].

Παραποίηση Συναισθηματικής Έκφρασης: Το συνεχές σύστημα επιτήρησης που δημιουργούν τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων ενδέχεται να οδηγήσει στη δημιουργία ενός αισθήματος πίεσης στα άτομα ώστε να προσαρμόζουν τη συμπεριφορά τους με αποτέλεσμα την αλλαγή της φυσικής συναισθηματικής έκφρασης τους [165].

Μειωμένη Αποτελεσματικότητα: Η αξιοπιστία και η αποτελεσματικότητα των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων εξαρτάται από την ακρίβεια των εξαρτημάτων που χρησιμοποιούνται. Οι αισθητήρες, οι κάμερες, τα μικρόφωνα, οι αλγόριθμοι αναγνώρισης συναισθημάτων προσώπου και φωνής οφείλουν να διακατέχονται από υψηλή ακρίβεια ώστε το σύστημα συνολικά να είναι αξιόπιστο.

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

Υψηλό Κόστος: Η ανάπτυξη συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων τα οποία λειτουργούν με ακρίβεια στην πλειονότητα των περιπτώσεων προϋποθέτουν τη χρήση ακριβών εξαρτημάτων, οδηγώντας σε ανησυχίες σχετικά με την οικονομική προσιτότητα και την δυνατότητα ευρείας ενσωμάτωσης των συγκεκριμένων εφαρμογών.

3 Εφαρμογές των Συστημάτων Αναγνώρισης Συναισθημάτων

3.1 Εισαγωγή

Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων αποτελούν μια καινοτόμο τεχνολογική πρόοδο με επίδραση σε διάφορους τομείς της κοινωνίας. Τομείς όπως η επιβολή του νόμου, η διαχείριση συνόρων, η εργασία και η εκπαίδευση έχουν επηρεαστεί ριζικά από τα συγκεκριμένα συστήματα και έχουν αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούν οι άνθρωποι με τις μηχανές. Μέσω της αποκωδικοποίησης της συναισθηματικής κατάστασης των ατόμων, επιτυγχάνεται κατανόηση των αναγκών και των προθέσεων τους.

Στον τομέα της επιβολής του νόμου, τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων συμβάλλουν στην ενδυνάμωση της δημόσιας ασφάλειας, στην πρόληψη εγκληματικών ενεργειών και στη διερεύνηση εγκλημάτων ενισχύοντας τις αρμόδιες αρχές. Στον τομέα της διαχείρισης συνόρων, τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων συμβάλλουν στον έλεγχο των ατόμων που εισέρχονται σε μια χώρα και στη διατήρηση της ασφάλειας μέσω της αξιολόγησης της συναισθηματικής κατάστασης των ανθρώπων κατά τη διαδικασία ελέγχου. Στον εκπαιδευτικό τομέα, τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων μπορούν να ενδυναμώσουν τη διαδικασία μάθησης, καθώς οι μέθοδοι διδασκαλίας προσαρμόζονται ανάλογα με τη συναισθηματική κατάσταση των μαθητών [166]. Στον επαγγελματικό τομέα, τα συγκεκριμένα συστήματα μπορούν να βελτιώσουν την αλληλεπίδραση μεταξύ των ομάδων των εργαζομένων δημιουργώντας παράλληλα ένα ευνοϊκό περιβάλλον, και να ενισχύσουν τη συνολική παραγωγικότητα.

Όμως η ενσωμάτωση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων οφείλει να συνοδεύεται από διεξοδική εξέταση των ηθικών και νομικών συνέπειών τους. Η πολυπλοκότητα των ανθρώπινων συναισθημάτων σε συνδυασμό με τη συλλογή και επεξεργασία των προσωπικών δεδομένων, εγείρει ποικίλλα ερωτήματα αναφορικά με τους αρμόζοντες κανόνες για την εφαρμογή και χρήση των συγκεκριμένων συστημάτων [167].

3.1.1 Τομείς Εφαρμογής των Συστημάτων Αναγνώρισης Συναισθημάτων

Οι τομείς στους οποίους αξιοποιούνται τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων διέπονται ο καθένας από ένα πλήθος νομικών και ηθικών κανονιστικών πλαισίων. Η αποδοχή αλλά και της χρήσης των συγκεκριμένων συστημάτων στους εκάστοτε τομείς της καθημερινότητας υπόκειται σε διαφορετικά πολιτισμικά και νομικά πλαίσια [129].

Υγειονομική Περίθαλψη – Δημόσια Υγεία

Στον κλάδο της διάγνωσης και θεραπείας ψυχικών ασθενειών τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων προσφέρουν πλήθος εφαρμογών [130]. Μέσω της παρακολούθησης της συναισθηματικής κατάστασης των ασθενών προσφέρουν πολύτιμα δεδομένα στους επαγγελματίες υγείας [131]. Επιπρόσθετα, τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων αποτελούν βοηθό σε ερευνητικά έργα δημόσιας υγείας σχετικά με την κατάθλιψη, τη μοναξιά, τη διπολική διαταραχή, την πρόβλεψη αυτοκτονικότητας, το άγχος και την ευημερία [132]. Όμως, για να διασφαλίζεται η συγκατάθεση των εμπλεκόμενων ατόμων

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποιήθηκε: Επικεφαλίδα 3

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

καθώς και η εμπιστευτικότητα του απορρήτου, κρίνεται αναγκαίο να εφαρμόζονται αυστηροί κανόνες για την προστασία της ιδιωτικής ζωής και των δεδομένων [133].

Λιανικό Εμπόριο

Η βελτίωση των σχέσεων και αλληλεπιδράσεων με τους πελάτες αποτελεί ένα θετικό αποτέλεσμα από την ενσωμάτωσης συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων στον τομέα του λιανικού εμπορίου [134]. Η παροχή εξατομικευμένων υπηρεσιών, η κατανόηση των προτιμήσεων και η μέτρηση του δείκτη ικανοποίησης των πελατών αποτελούν ορισμένες από τις συνεισφορές των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων [135]. Ωστόσο, η προστασία της ιδιωτικής ζωής και η τήρηση διαφάνειας κατά το στάδιο συλλογή και επεξεργασίας των δεδομένων αποτελούν βασικές προϋποθέσεις για τη σωστή ανάπτυξη και ενσωμάτωση των συγκεκριμένων συστημάτων [136].

Χώρος Εργασίας

Ο εντοπισμός και η ανάλυση των επιπέδων κόπωσης, άγχους, παραγωγικότητας και ικανοποίησης των εργαζομένων αποτελούν σημαντικές πληροφορίες που προσφέρουν τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων [137], [138]. Η ενσωμάτωση όμως, τέτοιων συστημάτων στους χώρους εργασίας θα πρέπει να συνοδεύεται από την τήρηση της εργατικής νομοθεσίας και τους κανόνες προστασίας της ιδιωτικής ζωής και των δικαιωμάτων των εργαζομένων [139].

Εκπαίδευση

Στον τομέα της εκπαίδευσης τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων συμβάλλουν στη δημιουργία ενός υποστηρικτικού μαθησιακού περιβάλλοντος [140]. Η αξιολόγηση των επιπέδων μάθησης από τους μαθητές αλλά και του άγχους και της συναισθηματικής ευημερίας αποτελούν βασικά εργαλεία που παρέχουν τα συγκεκριμένα συστήματα τους εκπαιδευτικούς [141]. Παρόλα αυτά, η ενσωμάτωση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων σε σχολικές μονάδες οφείλει να υπόκειται στην τήρηση της διαφάνειας, του απορρήτου και της σωστής συλλογής και ανάλυσης των δεδομένων ώστε να υπάρξει αποδοχή τους από τους εκπαιδευτικούς, μαθητές και γονείς [142].

Αστυνόμευση – Επιβολή του Νόμου

Η παρακολούθηση των συναισθημάτων ατόμων σε κρίσιμες υποδομές για τον εντοπισμό πιθανών ατόμων με κακόβουλες προθέσεις αποτελεί μια βασική συνεισφορά των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων στον τομέα της αστυνόμευσης [143]. Επιπλέον, η παρακολούθηση της παραπληροφόρησης στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης και του αισθήματος ατόμων για μια κυβέρνηση ή συγκεκριμένες οντότητες απαρτίζουν ορισμένες ακόμη εφαρμογές [144]. Όμως, η διασφάλιση της προστασίας της ιδιωτικότητας, της

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

σωστής διαχείρισης των δεδομένων των ατόμων και της μη επεμβατικής χρήσης των συγκεκριμένων συστημάτων αποτελούν αναγκαίες προϋποθέσεις για την χρήση τους.

Ψυχαγωγία

Στον τομέα της ψυχαγωγίας, και συγκεκριμένα στα παιχνίδια και την εικονική πραγματικότητα, η τεχνολογία αναγνώρισης συναισθημάτων ενισχύει και βελτιώνει την εμπειρία του παίκτη παρέχοντας προσαρμοσμένο περιεχόμενο με βάση τη συναισθηματική κατάσταση του παίκτη [145]. Η χρήση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων στην ψυχαγωγία επιτρέπεται στην περίπτωση που τηρούνται οι κανονισμοί προστασίας δεδομένων και η συγκατάθεση των χρηστών [146].

3.2 Εφαρμογές στην Επιβολή του Νόμου

Η ραγδαία εξέλιξη των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων συνεπάγεται σημαντικές αλλαγές στον τομέα της επιβολής του νόμου και ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Για την αποτροπή εγκληματικών ενεργειών, τη διεξαγωγή ταχύτερων ερευνών, τη βελτίωση της ασφάλειας των πολιτών και την επιβολή του νόμου τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων αποτελούν ένα βασικό εργαλείο [168]. Με βάση την ανάλυση εικόνας και βίντεο και την τεχνητή νοημοσύνη τα συγκεκριμένα συστήματα έχουν τη δυνατότητα να αξιολογήσουν τα συναισθήματα των ατόμων. Όμως, η χρήση των συγκεκριμένων συστημάτων συνοδεύεται από ποικίλλες κρίσιμες προκλήσεις, οι οποίες προϋποθέτουν προσεκτική διερεύνηση.

Μέσω της ενσωμάτωσης και χρήσης των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων σε κρίσιμα σημεία, όπως δημόσια κτίρια, σταθμοί μετρό και τρένων, αεροδρόμια και στάδια καθίσταται δυνατό να πραγματοποιηθεί εντοπισμός ατόμων με εκφράσεις ή ακατάλληλη συμπεριφορά που ευνοούν την εμπλοκή τους σε εγκληματικές δραστηριότητες [169]. Ο έλεγχος και η επεξεργασία των εκφραζόμενων συναισθημάτων των ατόμων πριν και κατά την είσοδο τους στους παραπάνω χώρους αποτελεί ένα θέμα ενδιαφέροντος, καθώς ενισχύει το αίσθημα ασφάλειας, όμως προκαλεί και αρκετές ανησυχίες.

Στην περίπτωση των αεροδρομίων τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ενίσχυση της ασφάλειας και την πρόληψη - αποτροπή της αεροπειρατείας. Μέσω της χρήσης τους δύναται η δυνατότητα εντοπισμού ατόμων, μέσω των εκφράσεων και των χειρονομιών τους, που υποδηλώνουν επίφοβα συναισθήματα τα οποία συνδέονται με κακόβολες ενέργειες [170]. Επιπλέον, πριν και κατά τη διάρκεια της επιβίβασης στο αεροσκάφος, τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων μπορούν να καταγράφουν και αναλύουν τις αντιδράσεις των επιβατών και να ενημερώνουν το κατάλληλο προσωπικό για την υπόνοια ύπαρξης απειλής [171]. Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων μπορούν να συμβάλλουν στην αντιμετώπιση των απειλών στους χώρους των αεροδρομίων και των αεροπλάνων ακόμα και κατά τη διάρκεια των πτήσεων [172].

Στην περίπτωση των άλυτων εγκλημάτων ενδείκνυται η χρήση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων για την πιθανή επίλυση τους. Απαγωγές, φόνοι, κλοπές και βιασμοί οι οποίοι παραμένουν άλυτοι μέσω της ανάλυσης των εκφράσεων από τα συστήματα

αναγνώρισης συναισθημάτων που έχουν καταγραφεί σε αναφορές, φωτογραφίες ή βίντεο μπορούν να οδηγήσουν τις αρχές στην επίλυση τους [173].

Οι δημόσιες συναθροίσεις ανέκαθεν ενδεικνύονταν για την πρόκληση αναταραχών και τη διαταραχή της τάξης. Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων αποτελούν μια λύση για την παρακολούθηση των δημόσιων συγκεντρώσεων, ώστε μέσω της ανάλυσης της συναισθηματικής κατάστασης των συμμετεχόντων να εντοπίσουν ενδείξεις για τη δημιουργία αναταραχών ή την εκδήλωση απειλών για το κοινό [174].

Η χρήση των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων με σκοπό την πρόληψη απειλών, τη διατήρηση της δημόσιας τάξης και την επιβολή του νόμου οφείλει να συντελείται με γνώμονα των σεβασμό στα ατομικά δικαιώματα των ατόμων και την τήρηση του εκάστοτε νομοθετικού πλαισίου. Για την προστασία της ιδιωτικής ζωής των ατόμων και των ατομικών δικαιωμάτων τους τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων θα πρέπει να συμμορφώνονται με αυστηρές κανονιστικές προδιαγραφές. Η εκτέλεση της λειτουργίας τους οφείλει να γίνεται με διαφάνεια και σεβασμό απέναντι στους πολίτες.

Μερικά από τα βασικά πλεονεκτήματα της αναγνώρισης συναισθημάτων στην επιβολή του νόμου αποτελούν:

- Βελτιωμένος έλεγχος και διαχείριση του πλήθους σε μαζικές εκδηλώσεις με αποτέλεσμα τη διατήρηση της ασφάλειας [175].
- Ενδυνάμωση της διαφάνειας σε νομικές διαδικασίες.
- Εντοπισμός εγκληματιών ακόμα και αν ορισμένα χαρακτηριστικά του προσώπου έχουν αλλάξει είτε λόγω παρέμβασης του ατόμου είτε λόγω ηλικίας.
- Βελτιωμένη ασφάλεια σε δημόσιους χώρους μέσω της έγκαιρης αναγνώρισης επικίνδυνων καταστάσεων και της λήψης των κατάλληλων μέτρων προστασίας από τις αρχές [176].
- Αυτοματοποίηση διαδικασιών με αποτέλεσμα ταχύτερους χρόνους έρευνας και αποτελεσματικό εντοπισμό υπόπτων ή αγνοούμενων.
- Ταχύτερη εξακρίβωση της ταυτότητας ενός υπόπτου σε σχέση με τις κρατικές και ομοσπονδιακές βάσεις δεδομένων και μείωση της παραπληροφόρησης.
- Σε περιπτώσεις έρευνας και καταδίωξης εγκληματικών δραστηριοτήτων, τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων μπορούν να βοηθήσουν την αστυνομία στην παρακολούθηση και ταυτοποίηση ύποπτων ατόμων.
- Προσδιορισμός της συναισθηματικής κατάστασης ατόμων, ώστε τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων να μπορούν να προβλέψουν πως θα αντιδράσει ένα άτομο σε κρίσιμες καταστάσεις [177].
- Συνεργασία με άλλα συστήματα ασφαλείας, όπως ανιχνευτές μετάλλων και ακτινογραφίες, για την καλύτερη και πληρέστερη αξιολόγηση των ατόμων (επιβαίνοντες σε αεροπλάνα).

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

Η χρήση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων σε ένα κρίσιμο τομέα όπως είναι η επιβολή του νόμου ενδέχεται να προκαλέσει αρκετές προκλήσεις. Ορισμένες από αυτές παρατίθενται παρακάτω:

- Παραβίαση Προσωπικών Δεδομένων και Ιδιωτικότητας: Η συλλογή και ανάλυση συναισθημάτων με στόχο την επιβολή του νόμου ενδέχεται να προκαλέσει ανησυχίες σχετικά με τη χρήση των προσωπικών δεδομένων των ατόμων, με την ιδιωτικότητα τους και την ελευθερία τους γενικότερα.
- Εκπαίδευση – Γνώση Χρήσης: Οι χρήστες των συγκριμένων συστημάτων (όπως οι αστυνομικοί κ.λπ.) οφείλουν να διαθέτουν την κατάλληλη εκπαίδευση και κατάρτιση ώστε να χειρίζονται κατάλληλα αυτά τα συστήματα και να μην υπάρξουν λάθη στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων.
- Έλλειψη Ακρίβειας: Οι αλγόριθμοι αναγνώρισης συναισθημάτων είναι πολύπλοκοι και βρίσκονται σε εξέλιξη με αποτέλεσμα να μην είναι πάντα ακριβείς και να υφίσταται κίνδυνος για λανθασμένες εκτιμήσεις των συναισθημάτων των ατόμων που εμπλέκονται σε γεγονότα επιβολής του νόμου και επομένως λανθασμένες αποφάσεις.
- Προκαταλήψεις, Διακρίσεις και Στερεότυπα: Οι αλγόριθμοι αναγνώρισης συναισθημάτων στην περίπτωση που έχουν εκπαιδευτεί με δεδομένα που παραστούν τις προκαταλήψεις και τις διακρίσεις της κοινωνίας, μπορεί να προξενήσουν διακρίσεις σε βάρος των ατόμων και συγκεκριμένων ομάδων.
- Κατάχρηση των Δεδομένων: Τα δεδομένα που συλλέγουν και επεξεργάζονται τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων είναι πιθανό να χρησιμοποιηθούν για ποινικούς σκοπούς, χωρίς όμως την εφαρμογή των κατάλληλων κανόνων.
- Συνεχής Επιτήρηση: Το σύστημα συνεχής παρακολούθησης που δημιουργούν τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων ενδεχομένως να οδηγήσει τους πολίτες σε ένα αίσθημα επιτήρησης με αποτέλεσμα να επιδράσει αρνητικά στον χαρακτήρα τους.
- Αρνητική Επίδραση στο Ψυχολογικό Κλίμα: Το συνεχές σύστημα επιτήρησης που δημιουργούν τα προαναφερθέντα συστήματα, είναι πιθανό να οδηγήσει τους πολίτες σε ένα αρνητικό ψυχολογικό κλίμα, το οποίο θα χαρακτηρίζεται από άγχος, στρες και διαρκή πίεση.
- Ελευθερία και Δικαιώματα: Επειδή τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων παρακολουθούν συνεχώς τη συμπεριφορά των ατόμων μπορεί να επιδράσει με αθέμιτο τρόπο στα ανθρώπινα δικαιώματα και τις ελευθερίες τους.

Καθώς η αποτελεσματικότητα και η ακρίβεια των συγκεκριμένων συστημάτων τόσο στην κατανόηση όσο και στην πρόβλεψη της συμπεριφοράς είναι ακόμη διφορούμενη, πριν την ενσωμάτωση και τη χρήση τους στον τομέα της επιβολής του νόμου, είναι κρίσιμο να ελεγχθούν προσεκτικά οι προαναφερθέντες προκλήσεις και να ληφθούν τα κατάλληλα

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

μέτρα για τη διασφάλιση της διαφάνειας, της δικαιοσύνης και γενικότερα του σεβασμού των ανθρωπίνων δικαιωμάτων.

3.3 Εφαρμογές στη Διαχείριση Συνόρων

Η ανίχνευση και κατανόηση των συναισθημάτων αποτελεί ένα κρίσιμο εργαλείο για τη διαχείριση των συνόρων, καθώς συμβάλλει στην αξιολόγηση των συναισθηματικών καταστάσεων των ανθρώπων που επηρεάζουν τη συμπεριφορά τους σε περιοχές των συνόρων. Η τεχνολογία αναγνώρισης συναισθημάτων και προσώπου συχνά χρησιμοποιείται στη διαχείριση συνόρων, καθώς αξιοποιώντας καινοτόμες τεχνολογίες εντοπίζουν σε πραγματικό χρόνο άτομα με ύποπτη συμπεριφορά [178]. Η διαχείριση των μεταναστευτικών ροών και ο έλεγχος της συνοριακής ασφάλειας αποτελούν τις δυο βασικότερες πτυχές τις οποίες χρειάζεται να ενισχύουν τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων [179]. Η πρόληψη της διακίνησης ανεπιθύμητων προσώπων σε χώρες και η εξαγωγή πληροφοριών σχετικά με τη συμπεριφορά και τα συναισθήματα ατόμων αποτελεί ορισμένες από τις βασικές λειτουργίες που παρέχουν τα προαναφερθέντα συστήματα. Ωστόσο, η χρήση των συγκεκριμένων συστημάτων θα πρέπει να εγγυάται των σεβασμό στα ανθρώπινα δικαιώματα και την ελάττωση των προκλήσεων που τα συνοδεύουν.

Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων συμβάλλουν στον έλεγχο των συνόρων, καθώς η χρήση τους σε αεροδρόμια, λιμάνια και στα σύνορα γενικότερα ενισχύει τον εντοπισμό επικίνδυνων ατόμων και εγκληματιών. Για τη διασφάλιση της εθνικής ασφάλειας, ο εντοπισμός ανεπιθύμητων προσώπων στο πλαίσιο της διαχείρισης συνόρων αποτελεί μια καίρια πτυχή. Με τη χρήση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων μπορεί να γίνει αποτελεσματικά η αυτοματοποιημένη ανίχνευση ατόμων που ενδέχεται να αποτελούν απειλή για την ασφάλεια, όπως εγκληματίες και λαθρομετανάστες και να παρθούν άμεσα τα κατάλληλα μέτρα πρόληψης και αντίδρασης [180].

Οι αυτοματοποιημένες πύλες ελέγχου συνόρων (ABC gates) χρησιμοποιούν την βιομετρική τεχνολογία αυτοματοποιημένης αναγνώρισης προσώπου [181]. Βασικός στόχος τους είναι η ισχυροποίηση της επιχειρησιακής αποτελεσματικότητας στο πλαίσιο των συνοριακών διελεύσεων, ενώ παράλληλα διατηρείται η ακεραιότητα των πρωτοκόλλων και κανόνων ασφαλείας [182]. Προγράμματα όπως ο αυτοματοποιημένος έλεγχος διαβατηρίων στις Ηνωμένες Πολιτείες, το EasyPass στη Γερμανία και οι πύλες ABC gates στην Ισπανία αποτελούν ορισμένα μόνο από τα παραδείγματα αξιοποίησης της αυτοματοποιημένης τεχνολογίας αναγνώρισης προσώπου στα πλαίσια της διαχείρισης συνόρων και του συνοριακού ελέγχου [183]. Βασικός στόχος των ABC gates είναι η απλούστευση της διαδικασίας επαλήθευσης του διαβατηρίου και της ταυτοποίησης των ταξιδιωτών, μέσω της χρήσης αυτόνομων πυλών από τους ταξιδιώτες που διαθέτουν διαβατήρια [184]. Μέσω της χρήσης εξειδικευμένων αισθητήρων που έχουν σκοπό τον εντοπισμό πλαστών εγγράφων, πραγματοποιείται ο σχολαστικός έλεγχος των διαβατηρίων [185]. Επιπλέον με την αξιοποίηση τεχνολογίας αναγνώρισης προσώπου επιτυγχάνεται η επαλήθευση της ταυτότητας του ατόμου [185]. Επιπλέον, ο χρόνος διέλευσης των συνόρων μειώνονται και παράλληλα οι συνοριοφύλακες μπορούν να επικεντρωθούν στους ταξιδιώτες υψηλού κινδύνου [186].

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

Μια συσκευή σάρωσης αξιοποιείται για την καταγραφή των πληροφοριών του διαβατηρίου, κάνοντας τη διαδικασία απλούστερη και γρηγορότερη [187]. Έπειτα, το τσιπ RFID σαρώνεται από την πύλη, προκειμένου να ανακτηθεί η εικόνα προσώπου που έχει αποθηκευτεί με ασφάλεια σε αυτό [183]. Σε συνέχεια της επιτυχής επικύρωσης του διαβατηρίου από την πύλη, πραγματοποιείται η εκτέλεση της βιομετρικής ταυτοποίησης, η οποία χρησιμοποιεί τεχνολογία αναγνώρισης προσώπου [188]. Αναφορικά με την ενσωμάτωση της τεχνολογίας αναγνώρισης προσώπου στη διαχείριση των συνόρων, υπάρχουν δυσκολίες σχετικά με τον καθορισμό των βέλτιστων συνθηκών για την λήψη της εικόνας [189]. Μεταξύ των διαφορετικών χαρακτηριστικών που εξετάζονται σε αυτό το πλαίσιο είναι οι διαστάσεις του προσώπου, ο βαθμός περιστροφής του προσώπου, το επίπεδο φωτισμού στο πρόσωπο και γενικότερα η συνολική ποιότητα της εικόνας.

Κατά το στάδιο της προεπεξεργασίας, τα συστήματα αυτοματοποιημένου συνοριακού ελέγχου εκτελούν την ακόλουθη διαδικασία [190]:

- Εντοπισμός του προσώπου στο καρέ
- Περικοπή του προσώπου στο καρέ
- Στροφή του προσώπου ώστε τα κέντρα των ματιών να βρίσκονται σχεδόν σε οριζόντια γραμμή

Έπειτα πραγματοποιείται αξιολόγηση της ποιότητας των ληφθέντων εικόνων και επιλέγεται η καταλληλότερη για τη διαδικασία της επικύρωσης της ταυτότητας [183]. Στο στάδιο της επαλήθευσης του προσώπου η εικόνα που είναι αποθηκευμένη στο τσιπ RFID του διαβατηρίου συγκρίνεται με την ζωντανή εικόνα που έχει ληφθεί από το σύστημα [181]. Το αποτέλεσμα της παραπάνω διαδικασίας αποστέλλεται στον εκάστοτε σταθμό ελέγχου και οι αρμόδιες αρχές έχουν τη δυνατότητα να παρέμβουν εφόσον κρίνεται αναγκαίο [181]. Μέχρι στιγμής, η τεχνολογία των πυλών ABC υπάρχει μόνο στα αεροδρόμια, όμως η μελλοντική τους ενσωμάτωση στα χερσαία σύνορα αναμένεται να επιταχύνει αποτελεσματικά τη διαδικασία ελέγχου [191].

Το iBorderCtrl αποτελεί ένα αυτοματοποιημένο σύστημα ασφάλειας των συνόρων που έχει ως στόχο να καταστήσει ασφαλέστερες και αποτελεσματικότερες τις διελεύσεις των χερσαίων συνόρων εκτός ΕΕ προς την ΕΕ αξιοποιώντας καινοτόμες τεχνολογίες [192]. Στα πλαίσια του προγράμματος Secure Societies πραγματοποιήθηκε η χρηματοδότηση του συγκεκριμένου έργου από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή [193].

Το σύστημα iBorderCtrl έχει υλοποιηθεί ώστε να λειτουργεί σε δύο διακριτά στάδια. Αρχικά στο στάδιο πριν το ταξίδι (Pre-Travel Stage), ο ταξιδιώτης ολοκληρώνει τη διαδικασία εγγραφής στο συγκεκριμένο σύστημα, παρέχοντας τις σχετικές πληροφορίες όπως, τα προσωπικά του στοιχεία, τα ταξιδιωτικά έγγραφα (διαβατήριο, βίζα), ταξιδιωτικές πληροφορίες (προβλεπόμενη ημερομηνία άφιξης, δεδομένα οχημάτων, κρατήσεις ξενοδοχείων κ.λπ.) πριν ξεκινήσει το ταξίδι του μέσω των συνόρων [194]. Μετά την παροχή των παραπάνω στοιχείων ο ταξιδιώτης καλείται να πραγματοποιήσει μια διαδραστική συνέντευξη με avatar με την επιφύλαξη ανίχνευσης ψεύδους, και τυχόν σύνδεση του ταξιδιώτη με προϋπάρχοντα δεδομένα των αστυνομικών αρχών [195].

Στο δεύτερο στάδιο πραγματοποιείται η φυσική πράξη της διέλευσης των συνόρων. Το σύστημα iBorderCtrl, κατά τη διαδικασία διέλευσης των συνόρων από ταξιδιώτες, παρέχει

στον εκάστοτε συνοριοφύλακα μια ολοκληρωμένη συλλογή των πληροφοριών που προηγουμένως αποκτήθηκαν, κατά τη φάση της προεγγραφής, παρουσιάζοντας παράλληλα τη βαθμολογία κινδύνου που σχετίζεται με τον εκάστοτε ταξιδιώτη [195]. Η προαναφερθείσα βαθμολογία κινδύνου προκύπτει μετά από τη λεπτομερειακή επεξεργασία των δεδομένων και περιλαμβάνει διάφορους κινδύνους, όπως η πιθανότητα εξαπάτησης κατά τη διαδικασία της συνέντευξης ή η υποβολή παραποιημένων δεδομένων [196]. Κατά τον έλεγχο των ταξιδιωτών στα σύνορα, οι ταξιδιώτες οφείλουν να παρουσιάσουν τους κωδικούς QR και ο συνοριοφύλακας, σαρώνοντας τους μέσω μιας φορητής μονάδας, θα αποκτήσει πρόσβαση στις προσωπικές πληροφορίες των συγκεκριμένων ταξιδιωτών που συγκεντρώθηκαν κατά το πρώτο στάδιο και τη βαθμολογία κινδύνου [197]. Έπειτα, ο συνοριοφύλακας επιβεβαιώνει τη γνησιότητα των ταξιδιωτικών εγγράφων και τις πληροφορίες του οχήματος χρησιμοποιώντας μια φορητή συσκευή σάρωσης [198]. Στη συνέχεια, θα πραγματοποιηθεί αντιστοίχιση των δακτυλικών αποτυπωμάτων με τον ταξιδιώτη. Στην περίπτωση που τα δακτυλικά αποτυπώματα δεν ταιριάζουν ή οι ταξιδιώτες έχουν ύποπτη συμπεριφορά, είναι υποχρεωτική η διενέργεια περαιτέρω βιομετρικής επικύρωσης, η οποία πραγματοποιείται με τη χρήση τεχνολογιών αναγνώρισης προσώπου και φλεβών παλάμης [195]. Αξίζει να σημειωθεί, ότι συλλεγόμενα δεδομένα κρυπτογραφούνται, μεταφέρονται και αναλύονται με ασφάλεια σε πραγματικό χρόνο, παρέχοντας στους αξιωματικούς ελέγχου των συνόρων ένα αυτοματοποιημένο σύστημα υποστήριξης αποφάσεων [193].

Το σύστημα iBorderCtrl αποτελείται από δύο κύριες διεπαφές: μία σχεδιασμένη για τη χρήση από τους ταξιδιώτες που εμπλέκονται στο σύστημα και μία άλλη ειδικά προσαρμοσμένη για τους συνοριοφύλακες που βρίσκονται στο σημείο συνοριακού ελέγχου. Και στις δύο προαναφερθέντες περιπτώσεις, οι εφαρμογές χρησιμοποιούν διάφορες ενότητες στο πλαίσιο του συστήματος iBorderCtrl για την αυθεντικοποίηση διακριτών πληροφοριών [199]. Στη διαδικασία διέλευσης των συνόρων το βασικό πλεονεκτήματα που προσφέρει το σύστημα iBorderCtrl είναι η ενσωμάτωση ενός σταδίου προεγγραφής, καθώς αποτέλεσμα αυτού είναι η διευκόλυνση της ταχεία διέλευσης και της μείωσης του χρόνου ελέγχου ανά ταξιδιώτη στους σταθμούς διέλευσης [199], [200].

Η αξιοποίηση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων σε έναν κρίσιμο τομέα, όπως η διαχείριση των συνόρων διέπτε από ποικίλλες προκλήσεις, ορισμένες από τις οποίες παρατίθενται παρακάτω:

- **Ασφάλεια και Ιδιωτικότητα:** Η συλλογή και επεξεργασία δεδομένων από τα συγκεκριμένα συστήματα με στόχο τη διαχείριση των ατόμων που εισέρχονται/εξέρχονται από τα σύνορα ενδέχεται να προκαλέσει ανησυχίες σχετικά με τη χρήση των προσωπικών δεδομένων των ατόμων, με την ιδιωτικότητα τους και την ελευθερία τους γενικότερα.
- **Ανακρίβεια των Συστημάτων:** Στην περίπτωση που οι αλγόριθμοι αναγνώρισης συναισθημάτων δεν είναι ακριβείς και εξάγουν λανθασμένα αποτελέσματα ενδέχεται να οδηγήσουν σε σημαντικές κυρώσεις στη διαχείριση των συνόρων.
- **Προκαταλήψεις, Διακρίσεις και Στερεότυπα:** Οι αλγόριθμοι αναγνώρισης συναισθημάτων στην περίπτωση που έχουν εκπαιδευτεί με δεδομένα που αναπαριστούν τις προκαταλήψεις και τις διακρίσεις της κοινωνίας, μπορεί να

προξενήσουν διακρίσεις σε βάρος ατόμων και συγκεκριμένων κοινοτήτων και να οδηγήσει σε στιγματοποίηση.

- **Συνεχής Επιτήρηση:** Το σύστημα συνεχής παρακολούθησης που δημιουργούν τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων ενδεχομένως να οδηγήσει τους πολίτες σε ένα αίσθημα επιτήρησης με αποτέλεσμα να επιδράσει αρνητικά στον χαρακτήρα τους.
- **Εκπαίδευση – Γνώση Χρήσης:** Οι χρήστες των συγκεκριμένων συστημάτων (όπως οι αστυνομικοί, συνοριοφύλακες κ.λπ.) θα πρέπει να έχουν την κατάλληλη εκπαίδευση ώστε να χειρίζονται σωστά τα συγκεκριμένα συστήματα και να μην υπάρξει λανθασμένη ερμηνεία των αποτελεσμάτων.
- **Κατάχρηση των Δεδομένων:** Τα δεδομένα που ανιχνεύουν, συλλέγουν και αναλύουν τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων είναι πιθανό να χρησιμοποιηθούν για ποινικούς σκοπούς, χωρίς όμως την εφαρμογή του κατάλληλου κανονιστικού και νομικού πλαισίου.

Η βελτιστοποίηση της ασφάλειας, ο εντοπισμός και η πρόληψη εγκλημάτων αποτελούν βασικά πλεονεκτήματα που απορρέουν από την εφαρμογή των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων στη διαχείριση των συνόρων. Όμως, είναι σημαντικό πριν την ενσωμάτωση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων για τη διαχείριση των συνόρων να πραγματοποιηθεί έρευνα των προκλήσεων που τα συνοδεύουν και των πιθανών λύσεων, ώστε τα συγκεκριμένα συστήματα να είναι κοινωνικά και νομικά αποδεκτά.

3.4 Εφαρμογές στο Χώρο Εργασίας

Το φαινόμενο της αλγοριθμικής αστυνόμευσης των υπαλλήλων στον εργασιακό χώρο αποτελεί μια σύγχρονη πραγματικότητα. Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων στον χώρο εργασίας αξιοποιούν τεχνολογίες, όπως η αναγνώριση προσώπου, φωνής και συμπεριφοράς ώστε να κατανοήσουν τα συναισθήματα των εργαζομένων σε πραγματικό χρόνο [201]. Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων λαμβάνοντας ως είσοδο δεδομένα όπως το εκπαιδευτικό υπόβαθρο, η προηγούμενη επαγγελματική εμπειρία και η χώρα καταγωγής του ατόμου μπορούν να κατανοήσουν το επίπεδο αξιοπιστίας του και τις δυνατότητες του να αναλάβει διευθυντικές θέσεις [202]. Η είσοδος των συγκεκριμένων συστημάτων στο εργασιακό περιβάλλον συνοδεύεται από ορισμένα οφέλη, όμως υπάρχουν αρκετές προκλήσεις σχετικά με τη χρήση τους [203].

Αρχικά, οι εργοδότες μπορούν να αξιοποιούν τα συγκεκριμένα συστήματα για τον εντοπισμό και την κατανόηση του συναισθηματικού κλίματος που επικρατεί στον χώρο εργασίας (συναισθηματική ευαισθητοποίηση) [204]. Ως συναισθηματική ευαισθητοποίηση αναφέρεται η ικανότητα του ατόμου να αναγνωρίζει, κατανοεί και διαχειρίζεται τα συναισθήματα τόσο του ίδιου όσο και τον υπόλοιπων ατόμων [205]. Ειδικότερα, στο χώρο εργασίας, οι εργοδότες με τη χρήση των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων, μπορούν να εντοπίσουν τις ανάγκες των εργαζομένων τους και να δημιουργήσουν ένα περιβάλλον εργασίας προσαρμοσμένο σε αυτές [206]. Αποτέλεσμα αυτού αποτελεί η

καλύτερη συνεργασία μεταξύ των εργαζομένων, η ανάπτυξη της επικοινωνίας του και η βελτίωση της απόδοσης τους. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι τα συγκεκριμένα συστήματα ενδέχεται να οδηγήσουν τον εργαζόμενο σε αίσθημα εισβολής της συναισθηματικής του κατάστασης.

Για παράδειγμα, η επιχείρηση Moonbeam, με έδρα το Ηνωμένο Βασίλειο, μέσω μιας φορητής συσκευής για τον καρπό μπορεί να παρακολουθεί τη συναισθηματική κατάσταση ενός εργαζομένου, με απώτερο στόχο την ενίσχυση της αυξημένης αυτογνωσίας των ατόμων στην επιχείρηση και τη διευκόλυνση της επακόλουθης ανταλλαγής αυτών των πληροφοριών με τους συναδέλφους τους [207]. Η συγκεκριμένη συσκευή, η Moodbeam One, είναι ένα βραχιόλι το οποίο καταγράφει τη διάθεση του χρήστη, χρησιμοποιώντας δύο κουμπιά [208]. Το κίτρινο χρώματος κουμπί αντιστοιχεί σε θετική διάθεση, ενώ το μπλε χρώματος κουμπί αντιστοιχεί σε αρνητική διάθεση [208]. Αποτελεί ένα απλό στη χρήση και φθινό wearable που έχει ως σκοπό την καταγραφή της διάθεσης του χρήστη και γενικότερα την ανάλυση των δεδομένων του. Οι εργοδότες, μέσω της συγκεκριμένης συσκευής, μπορούν να εντοπίσουν τους εργαζομένους που χρειάζονται μια πρόσθετη συναισθηματική στήριξη και να προσαρμόσουν το περιβάλλον εργασίας στις ανάγκες τους [209].

Επίσης ένα ακόμη παράδειγμα αποτελεί ένα τεχνολογικά προηγμένο βραχιόλι «μέτρησης της απόδοσης» της Walmart απέκτησε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας [207]. Η συγκεκριμένη καινοτόμα συσκευή αξιοποιεί διάφορους αισθητήρες ώστε να αξιολογεί το ποσοτικό επίπεδο παραγωγικότητας ενός εργαζομένου και να παρακολουθεί τις διαπροσωπικές αλληλεπιδράσεις με τους πελάτες [207].

Επιπλέον αξίζει να αναφερθεί και μια καινοτομία που εισήγαγε στην αγορά η Amazon. Η συγκεκριμένη καινοτομία είναι ένας φορητός βιοαισθητήρας για τον καρπό ο οποίος ονομάζεται Halo και λειτουργεί μέσω φωνητικής ενεργοποίησης [210]. Η παρακολούθηση του καρδιακού παλμού, της αναπνοής και του σωματικού λίπους αποτελούν ορισμένες από τις βασικές λειτουργίες της, ενώ παράλληλα με ένα ενσωματωμένο μικρόφωνο που διαθέτει μπορεί να καταγραφεί και αναλύει τον φωνητικό τόνο του χρήστη έτσι ώστε να υπολογίσει τα επίπεδα «ενέργειας και θετικότητας» του [211]. Επιπλέον διαθέτει τη δυνατότητα να εντοπίζει δείκτες κατάθλιψης, άγχους και ακόμη και αρχικές εκδηλώσεις ψυχικών διαταραχών όταν χρησιμοποιείται σε επαγγελματικά περιβάλλοντα [212]. Ωστόσο, λαμβάνοντας υπόψη ότι η Amazon σχεδιάζει να συσχετίσει τις συναισθηματικές δυνατότητες του Halo με τους υπάρχοντες φορητούς σαρωτές χειρός που χρησιμοποιούνται από το προσωπικό των αποθηκών τους για τον έλεγχο της παραγωγικότητας τους, αυτή η επέκταση της λειτουργικότητας υποδηλώνει μια επικείμενη εποχή αλγοριθμικής επιτήρησης [207], [213]. Η συγκεκριμένη επιτήρηση όχι μόνο θα εγγυάται την εκπλήρωση των καθημερινών εργασιών των εργαζομένων, αλλά θα παρακολουθεί και τη συναισθηματική τους κατάσταση [214]. Επομένως, οι ενσωμάτωση των βιοαισθητήρων και των αλγορίθμων μηχανικής μάθησης στο χώρο εργασίας, μέσω της χρήσης συσκευών όπως τα προαναφερθέντα βραχιόλια, θα οδηγήσει σε ένα συνεχές σύστημα επιτήρησης όπου θα εξετάζετε και αξιολογείται η παραγωγικότητα και οι συμπεριφορικές κλίσεις κάθε εργαζομένου. Αυτές οι αξιολογήσεις, που θα διεξάγονται, θα αποδίδουν αποτελέσματα που κυμαίνονται από την προαγωγή έως τα προειδοποιητικά μέτρα ή ακόμη και την απόλυση.

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων αποτελούν ένα βασικό εργαλείο για τη βελτίωση της απόδοσης, την ασφάλειας και την ευεξίας των εργαζομένων στον χώρο εργασίας. Παράλληλα, τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων μπορεί να βοηθήσουν στον εντοπισμό των εργαζομένων που χρειάζονται μια πρόσθετη συναισθηματική υποστήριξη. Ειδικότερα, με τη βοήθεια των παραπάνω συστημάτων οι εργοδότες μπορούν να εντοπίσουν τις ανάγκες των εργαζομένων τους και να προσαρμόσουν το περιβάλλον εργασίας στις ανάγκες τους ώστε να υπάρχει βέλτιστη απόδοση και ευημερία των εργαζόμενων [215].

Η ασφάλεια στο χώρο εργασίας αποτελεί ακόμη μια σημαντική παράμετρο στην οποία τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων διαθέτουν καθοριστικό ρόλο. Πιο συγκεκριμένα η χρήση τους στον χώρο εργασίας για τον έλεγχο της πρόσβασης σε συγκριμένες κρίσιμες υποδομές αποτελεί ένα επιπλέον μέτρο ασφάλειας. Η αναγνώριση προσώπου είναι μια αποτελεσματικές μεθόδους για την ασφάλεια στον εργασιακό χώρο, καθώς επιτρέπει την αναγνώριση της συναισθηματικής κατάστασης των ατόμων που έχουν πρόσβαση σε διάφορες περιοχές ώστε να αποτραπεί η είσοδος ατόμων που δεν έχουν άδεια πρόσβασης σε αυτές τις περιοχές ή σκοπεύουν να προβούν σε παράβαση ή εγκληματική ενέργεια [216]. Με την εισαγωγή των παραπάνω συστημάτων, το περιβάλλον εργασίας είναι όχι μόνο ασφαλές για τα άτομα, αλλά και βέλτιστα προστατευμένο από πιθανές απειλές και κινδύνους.

Στη σύγχρονη διαχείριση των εργασιακών περιβαλλόντων η αυτοματοποιημένη παρακολούθηση της παραγωγικότητας των εργαζομένων συγκροτεί ένα σημαντικό τμήμα. Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων, απαρτίζουν έναν ριζοσπαστικό τρόπο για την παρακολούθηση της εργασιακής απόδοσης των εργαζομένων κατά τη διάρκεια της εργασίας τους, καθώς αξιολογούν τη συναισθηματική τους κατάσταση [217]. Έχοντας την ικανότητα να κατανοήσουν τη συναισθηματική κατάσταση των εργαζομένων κατά τη διάρκεια της εργασίας τους και να ανιχνεύουν το άγχος, τα συγκεκριμένα συστήματα επιτρέπουν στους εργοδότες να ρυθμίζουν τις συνθήκες εργασίας ώστε να παρέχουν καλύτερο κλίμα στους εργαζομένους. Ταυτόχρονα, παρέχουν χρήσιμα δεδομένα για την ανάλυση και τη βελτιστοποίηση της εργασιακής λειτουργίας, ενδυναμώνοντας τη συνολική αποτελεσματικότητα του οργανισμού.

Παρόλες τις θετικές εφαρμογές που βρίσκουν τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων στο χώρο εργασίας, υπάρχουν πολλές παρενέργειες και προκλήσεις που τα συνοδεύουν. Ορισμένες από αυτές παρουσιάζονται παρακάτω:

- Ζητήματα Απόρρητου και Ιδιωτικότητας: Η συλλογή και ανάλυση δεδομένων συναισθηματικής φύσεως των εργαζομένων αποτελεί παραβίαση της ιδιωτικότητας τους και ενδέχεται να οδηγήσει σε ανησυχίες σχετικά με τη χρήση των δεδομένων τους από τα συγκεκριμένα συστήματα.
- Συνεχής Παρακολούθηση - Επιτήρηση: Η διαρκής παρακολούθηση που συνοδεύει τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων είναι πιθανό να δημιουργήσει στους εργαζόμενους το αίσθημα επιτήρησης με αποτέλεσμα να επιδράσει αρνητικά στις σχέσεις τους με τον εργοδότη και γενικότερα με τους υπόλοιπους εργαζόμενους.
- Έλλειψη Αυτονομίας: Καθώς τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων ενδέχεται να συλλέγουν και να αξιολογούν τα συναισθήματα των εργαζομένων χωρίς τη

συγκατάθεση τους, είναι πιθανό να αισθάνονται ότι τους στερείται η αυτονομία τους.

- **Αρνητική Επίδραση στο Ψυχολογικό Κλίμα:** Το συνεχές σύστημα επιτήρησης που δημιουργούν τα προαναφερθέντα συστήματα, είναι πιθανό να οδηγήσει τους εργαζόμενους σε ένα αρνητικό ψυχολογικό κλίμα στον εργασιακό χώρο, το οποίο θα χαρακτηρίζεται από άγχος, στρες και διαρκή πίεση επιδρώντας αρνητικά στην απόδοση τους στην εργασία.
- **Έλλειψη Ακρίβειας:** Καθώς η τεχνολογία αναγνώρισης συναισθημάτων είναι αρκετά καινοτόμα, πολύπλοκη και βρίσκεται ακόμη σε εξέλιξη μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένη κατανόηση των συναισθημάτων των ατόμων λόγω της έλλειψης ακρίβειας που μπορεί να διακατέχει το εκάστοτε σύστημα.
- **Προκαταλήψεις και Στερεότυπα:** Η ενσωμάτωση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων στον εργασιακό χώρο ενδεχομένως να συνοδεύεται από στιγματισμό των εργαζομένων, διακρίσεις σε βάρος τους και στερεότυπα.
- **Εσφαλμένες Αποφάσεις:** Καθώς η ακρίβεια των συγκεκριμένων συστημάτων είναι αμφιλεγόμενη είναι πιθανό αν η ανάλυση των συναισθημάτων έχει βασιστεί σε λανθασμένα δεδομένα να οδηγήσει σε λάθος συμπεράσματα προκαλώντας εσφαλμένες αποφάσεις, όπως για παράδειγμα, απόλυση εργαζομένου.

Συμπερασματικά, οι ποικίλες εφαρμογές που προσφέρουν τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων στο εργασιακό περιβάλλον ενισχύουν την αύξηση της απόδοσης, της ασφάλειας και της ευημερίας των εργαζομένων. Παράλληλα, επιτρέπουν στους εργοδότες να προσαρμόζουν τις πρακτικές τους στις ανάγκες των εργαζομένων. Για του υποψήφιους εργαζόμενους και τους εργαζόμενους, η βασικότερη ανησυχία είναι ότι οι εργοδότες θα βασίζονται αποκλειστικά στα συγκεκριμένα συστήματα ώστε να αξιολογούν την απόδοση τους και θα ασκούν σημαντική επιρροή στην επαγγελματική τους εξέλιξη [218]. Επομένως, πριν την ενσωμάτωση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων στον εργασιακό χώρο είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψιν από τους εργοδότες και τους εργαζόμενους οι κοινωνικές, ηθικές και νομικές επιπτώσεις τους.

3.5 Εφαρμογές στην Εκπαίδευση

Στον εκπαιδευτικό τομέα, η χρήση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων ανοίγει νέους ορίζοντες, καθώς αλλάζει τον τρόπο διδασκαλίας και ενδυναμώνει τη σχέση μεταξύ εκπαιδευτών και μαθητών. Για την επίτευξη επιτυχημένης διδασκαλίας τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων αποτελούν ένα ουσιαστικό στοιχείο και ειδικότερα στην περίπτωση της εξ αποστάσεων διδασκαλίας [219]. Η χρήση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων στον τομέα της εκπαίδευσης αποτελεί βασικό εργαλείο για τους εκπαιδευτικούς, καθώς τους βοηθάει να προσαρμόσουν τη διδασκαλία στις ανάγκες των μαθητών μέσω της ανάλυσης και κατανόησης των συναισθημάτων των μαθητών [220].

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

Οι γνωστικές ικανότητες ενός ατόμου είναι στενά συνυφασμένες με την απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων (μάθηση). Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι η συναισθηματική κατάσταση ενός ατόμου παίζει επίσης σημαντικό ρόλο σε αυτή τη διαδικασία. Η θετική συναισθηματική κατάσταση ενισχύει τη μαθησιακή εμπειρία και την ανάπτυξη δεξιοτήτων [221].

Η συναισθηματική υποστήριξη αποτελεί έναν καίριο παράγοντα στη δημιουργία ενός θετικού εκπαιδευτικού κλίματος, με αποτέλεσμα την επιτυχία των μαθητών σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για τον εντοπισμό των μαθητών που χρειάζονται μια επιπλέον συναισθηματική υποστήριξη [222]. Μέσω της ανάλυσης των εκφράσεων του προσώπου, της φωνής και των χειρονομιών των μαθητών, τα συστήματα αυτά μπορούν να προσδιορίσουν τους μαθητές που ενδεχομένως να αντιμετωπίσουν προβλήματα στη συναισθηματική τους ευημερία [219]. Οι εκπαιδευτικοί, μέσω της χρήσης των παραπάνω συστημάτων, μπορούν να καταγράφουν την συμπεριφορά των μαθητών στο σχολικό περιβάλλον και έπειτα να παρέχουν εξατομικευμένη υποστήριξη και προσαρμοσμένη διδασκαλία για την αντιμετώπιση των συναισθηματικών αναγκών των μαθητών [223]. Αποτέλεσμα αυτού είναι η δημιουργία ενός εκπαιδευτικού περιβάλλοντος που ενισχύει την ευημερία όλων των εμπλεκόμενων και προωθεί την εκπαιδευτική επιτυχία των μαθητών. Ακόμη η κατανόηση των συναισθημάτων που βιώνουν οι μαθητές ωφελείται στην ανάπτυξη της αυτογνωσίας και του αυτοέλεγχου και στην αποτελεσματική αντιμετώπιση του σχολικού άγχους.

Κατά τη διάρκεια του μαθήματος τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων μπορούν να παρακολουθούν και να επεξεργάζονται τις αντιδράσεις των μαθητών κατά την παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού που πραγματοποιείται από τους εκπαιδευτικούς [224]. Με αυτό τον τρόπο προσαρμόζουν τη διδασκαλία ώστε να ανταποκρίνεται στις εκάστοτε ανάγκες των μαθητών. Η ανίχνευση και κατανόηση των συναισθημάτων των εκπαιδευόμενων μέσω των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων ενισχύει την αξιολόγηση ως προς τη λήψη πληροφοριών και την αντίδραση των μαθητών σε εργασίες [225]. Η συγκεκριμένη τεχνολογία υποστηρίζει τους εκπαιδευτικούς ώστε να κατανοούν το συναισθηματικό και γνωστικό κόσμο των μαθητών μέσω της αξιολόγησης της αντίδρασης τους σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες. Επομένως, οι εκπαιδευτικοί θα μπορούν να προσαρμόσουν την εκπαιδευτική διαδικασία και να προτείνουν το κατάλληλο εκπαιδευτικό υλικό για τις εκάστοτε ανάγκες του κάθε μαθητή.

Στο πεδίο των εκπαιδευτικών επιδιώξεων ο έλεγχος των απόψεων και η διάκριση και κατηγοριοποίηση των συναισθημάτων που μεταδίδονται μέσω του γραπτού κειμένου είναι εξίσου σημαντικές [226]. Στον τομέα της συναισθηματικής πληροφορικής, βασικός σκοπός των ερευνητών είναι η υποστήριξη της συνεργατικής μάθησης υποστηριζόμενης από υπολογιστή (Computer-supported collaborative learning - CSCL) [227]. Ως συνεργατική μάθηση υποστηριζόμενη από υπολογιστή (Computer-supported collaborative learning - CSCL) ορίζεται η διενέργεια συλλογικών προσπαθειών (αλληλεπιδράσεις ατόμων σε μια εκπαιδευτική κοινότητα με την καθοδήγηση ενός εκπαιδευτή) με σκοπό την προώθηση της ανάπτυξης δεξιοτήτων, τη μάθηση και την ανταλλαγή γνώσεων [228]. Οι συγκεκριμένες αλληλεπιδράσεις υποστηρίζονται από τη χρήση τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών (ΤΠΕ). Οι παραπάνω αλληλεπιδράσεις βοηθούν ποικίλλες γνωστικές διαδικασίες, όπως η ανάγνωση, η επαγωγή, η διαχείριση του γνωστικού φορτίου, η

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

σύνθεση, η οικοδόμηση γνώσεων, η αφαίρεση, η συμφωνία, η διαφωνία, η συλλογή, κ.λπ. [229]. Μέσω της συνεργατικής μάθησης δύναται η δυνατότητα στους μαθητές να αναγνωρίζουν και να κατανοούν τα συναισθήματα των συμμαθητών τους και να προωθείται ο διάλογος, διαβούλευση και η συνεργασία [230].

Η οργάνωση και υλοποίηση κάθε εκπαιδευτικής διαδικασίας οφείλει να θέτει ως προτεραιότητα τη συναισθηματική ανάπτυξη των μαθητών [231]. Εντός των μαθητικών πλαισίων θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι πεποιθήσεις, τα συναισθήματα και οι διαθέσεις των εκπαιδευομένων. Ως επακόλουθο αυτού, επιτυγχάνονται οι επιθυμητοί μαθησιακοί στόχοι. Ορισμένα σύγχρονα εκπαιδευτικά μέσα παρατίθενται παρακάτω [230]:

- Εκπαιδευτικά προσαρμοστικά συστήματα: Τα συγκεκριμένα συστήματα επικεντρώνονται στην πολυμορφία των προσωπικοτήτων και των γνωστικών δεξιοτήτων των εκπαιδευομένων.
- Συστήματα διαχείρισης μάθησης: Για την παρακολούθηση της συναισθηματική κατάστασης, της προόδου και της αλληλεπίδρασης μεταξύ των εκπαιδευομένων σε συνεργατικές δραστηριότητες από τον εκπαιδευτή μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα συγκεκριμένα συστήματα.
- Ευφυή συστήματα διδασκαλίας: Μέσω της αξιοποίησης της αναγνώρισης συναισθημάτων τα προαναφερθέντα συστήματα έχουν ως σκοπό τη συναισθηματική ενίσχυση των μαθητών ή το σχηματισμό ομάδων με βάση τα χαρακτηριστικά της προσωπικότητάς τους.

Όλα τα παραπάνω εκπαιδευτικά συστήματα εστιάζουν στα προσωπικά χαρακτηριστικά, τα συναισθήματα και τις πεποιθήσεις του εκάστοτε μαθητή ώστε να ενδυναμώσουν και να αναβαθμίσουν τη μαθησιακή τους εμπειρία [232].

Η ενσωμάτωση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων στον τομέα της εκπαίδευσης διέπτεται από ποικίλλες προκλήσεις, ορισμένες από τις οποίες παρατίθενται παρακάτω:

- Αναγνώριση και Κατανόηση Συναισθημάτων: Η διαδικασία της αναγνώρισης των συναισθημάτων των εκπαιδευόμενων είναι μια σύνθετη και πολύπλοκη διαδικασία η οποία προϋποθέτει τη χρήση πολλαπλών και ετερογενών αισθητήρων και αλγορίθμων [233].
- Έλλειψη Αυτονομίας – Αρνητικό Κλίμα: Η δημιουργία ενός συνεχούς συστήματος επιτήρησης των συναισθημάτων των μαθητών στο σχολικό περιβάλλον μπορεί να οδηγήσει σε αίσθημα έλλειψης και απώλειας της αυτονομίας για τους μαθητές. Ακόμα, μπορεί να επιδράσει αρνητικά την εκπαιδευτική διαδικασία και προκαλεί άγχος στους μαθητές.
- Παραβίαση της ιδιωτικότητας: Φυσικό επακόλουθο της υπέρμετρης συλλογής και ανάλυσης των συναισθημάτων των μαθητών είναι η παραβίαση της ιδιωτικότητας τους και ανησυχίες αναφορικά με τη χρήση των δεδομένων ανηλίκων.
- Προκαταλήψεις και Στερεότυπα: Οι αλγόριθμοι αναγνώρισης συναισθημάτων στην περίπτωση που έχουν εκπαιδευτεί με δεδομένα τα οποία διακατέχονται από

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

προκαταλήψεις θα είναι ευαίσθητοι στις πολιτισμικές διαφορές αλλά και στη διαιώνιση διακρίσεων σε βάρος ορισμένων κοινωνικών ομάδων μαθητών.

- Έλλειψη Αξιοπιστίας και Ακρίβειας: Για να διασφαλίζουν τη σωστή ανίχνευση, ανάλυση και κατηγοριοποίηση των συναισθημάτων τα συγκεκριμένα συστήματα θα πρέπει να είναι αξιόπιστα και ακριβή, καθώς η έλλειψη του ίσως να οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα και αντιδράσεις.

Επομένως, είναι αναγκαίο να γίνεται λεπτομερής έλεγχος των παραπάνω προκλήσεων πριν την ενσωμάτωση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων στο εκπαιδευτικό περιβάλλον, ώστε να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα και αν εξασφαλίζεται η νομική, ηθική και κοινωνική αποδοχή τους.

3.6 Παραδείγματα Συστημάτων Αναγνώρισης Συναισθημάτων

Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων είναι σχεδιασμένα για να διακρίνουν και να κατηγοριοποιούν τα ανθρώπινα συναισθήματα αναλύοντας τις εκφράσεις και τις χειρονομίες των ατόμων όπως, των εκφράσεων του προσώπου, του τονισμού της φωνής και των κινήσεων των χεριών. Τα προαναφερθέντα συστήματα διαθέτουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, από το πεδίο της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή έως το πεδίο της παρακολούθησης της ψυχικής υγείας. Στη συνέχεια αναλύονται ορισμένα συστήματα που έχουν σχεδιαστεί με σκοπό την αναγνώριση συναισθημάτων:

Affectiva: Η Affectiva αποτελεί μια γνωστή πλατφόρμα αναγνώρισης συναισθημάτων που χρησιμοποιεί την ανάλυση των εκφράσεων του προσώπου [234]. Αναλύοντας τις κινήσεις των μυών του προσώπου, μπορεί να ανιχνεύσει μια σειρά συναισθημάτων, όπως έκπληξη, χαρά, θυμό κλπ. [235].

Microsoft Azure Face API: Το Microsoft Azure Face API διαθέτει δυνατότητες αναγνώρισης συναισθημάτων. Αναλύοντας τις εκφράσεις του προσώπου ατόμων σε εικόνες και βίντεο, μπορεί να παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη συναισθηματική κατάσταση των ατόμων αυτών [236].

Beyond Verbal: Η Beyond Verbal αποτελεί μια εταιρεία που ειδικεύεται στην ανάλυση των συναισθημάτων φωνής. Η τεχνολογία που διαθέτει η εταιρεία μπορεί να προσδιορίσει συναισθηματικές καταστάσεις όπως χαρά, έκπληξη ή θλίψη αναλύοντας μοτίβα ομιλίας, τόνου και τονισμό [237].

Amazon Rekognition: Το Amazon Rekognition αναλύει και συγκρίνει πρόσωπα σε εικόνες και βίντεο προσφέροντας δυνατότητες ανάλυσης προσώπου [238]. Με αυτό τον τρόπο πραγματοποιείται εντοπισμός και ταξινόμηση των συναισθημάτων που εκφράζονται στα πρόσωπα, όπως η χαρά, η θλίψη, ο θυμός και η έκπληξη.

Το ρομπότ Pepper της Softbank: Το ανθρωποειδές ρομπότ Pepper διαθέτει δυνατότητες αναγνώρισης συναισθημάτων [239]. Μπορεί να αλληλεπιδρά με τους χρήστες με πιο ενσυναισθητικό τρόπο καθώς μπορεί να ανιχνεύει και να ανταποκρίνεται στα ανθρώπινα συναισθήματα μέσω της ανάλυσης της έκφρασης του προσώπου και της φωνής [240].

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

Emoting: Η εταιρεία Emotient, η οποία το 2016 εξαγοράστηκε από την Apple, ειδικεύεται στις τεχνολογίες αναγνώρισης συναισθημάτων από εικόνες και βίντεο μέσω της ανάλυσης των εκφράσεων του προσώπου [241]. Επίσης έχει επεκταθεί στην έρευνα για την ανίχνευση συναισθημάτων που εκφράζονται από τις στάσεις και χειρονομίες των ατόμων [242]. Σε ποικίλους τομείς βρίσκει εφαρμογή η συγκεκριμένη τεχνολογία, όπως σε περιβάλλοντα λιανικής πώλησης, για τη μέτρηση των αντιδράσεων των πελατών [243].

Every smile you fake: Αποτελεί ένα σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων το οποίο αξιοποιώντας τεχνητή νοημοσύνη έχει τη δυνατότητα να κρίνει την αυθεντικότητα των χαμόγελων, στα εργασιακά περιβάλλοντα στην Κίνα [244], [245]. Η συγκεκριμένη τεχνολογία επεξεργάζεται τις εκφράσεις του προσώπου και αξιολογεί τη συναισθηματική κατάσταση των εργαζομένων και να εντοπίζει τα ψεύτικα χαμόγελα [246].

4 Νομοθεσία

4.1 Εισαγωγή

Η εξέλιξη και ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης σε εφαρμογές της κοινωνίας έχει ανοίξει το δρόμο για νέες εφαρμογές όμως και προκλήσεις. Ο Γενικός Κανονισμός Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων (ΓΚΠΔ) είναι ένα νομικό πλαίσιο το οποίο στοχεύει στην προστασία των προσωπικών δεδομένων και της ιδιωτικότητας των πολιτών της ΕΕ. Παράλληλα, το AI Act αποτελεί το νομικό μέσο για τον έλεγχο ότι η ανάπτυξη και λειτουργία των εφαρμογών τεχνητή νοημοσύνης γίνεται με σεβασμό στα δικαιώματα και την ιδιωτική ζωή των ατόμων.

Επομένως, μεταξύ των καινοτομιών που προσφέρουν οι εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης και της προστασίας των δικαιωμάτων και των προσωπικών δεδομένων των ατόμων οφείλεται να τηρείται ισορροπία. Οι κίνδυνοι που υποθάλπει η τεχνητή νοημοσύνη είναι κρίσιμοι για την κοινωνία στην περίπτωση που η ανάπτυξη, εκπαίδευση και χρήση της πραγματοποιείται με λανθασμένο τρόπο. Οπότε, η τήρηση των ηθικών και νομικών αρχών κρίνεται αναγκαία για την προστασία του κοινού καλού.

4.2 Γενικός Κανονισμός Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων

Η ανάπτυξη και ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών στην κοινωνία, όπως τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων, οδήγησαν στην ανάγκη για τροποποίηση του τρόπου αλλά και της έκτασης αναφορικά με τη συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων και τη θέσπιση αυστηρότερων κανόνων για τη διαχείρισή τους. Ο Γενικός Κανονισμός Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων, εφεξής ΓΚΠΔ, αντικατέστησε την Οδηγία 95/46/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 24ης Οκτωβρίου του 1995, η οποία αφορά την προστασία των φυσικών προσώπων έναντι της επεξεργασίας δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και την ελεύθερη διακίνηση των δεδομένων αυτών [247]. Ειδικότερα, ο ΓΚΠΔ 2016/679 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του συμβουλίου της 27ης Απριλίου 2016 τέθηκε σε άμεση εφαρμογή σε όλα τα Κράτη – Μέλη από τις 25 Μαΐου 2018 [248]. Η αναίρεση των νομικών ασαφειών του προηγούμενου νομικού πλαισίου και η προστασία των φυσικών προσώπων έναντι στην επεξεργασία των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα και την ελεύθερη διακίνηση τους αποτελεί τον βασικό σκοπό του ΓΚΠΔ. Το εύρος της εφαρμογής του εκτείνεται σε όλους τους φορείς που διαχειρίζονται, επεξεργάζονται, αποθηκεύουν και μεταδίδουν δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα. Σχετικά με τα δεδομένα που αφορούν Ευρωπαίους πολίτες οι κανόνες του ΓΚΠΔ εφαρμόζονται ανεξάρτητα από την έδρα του φορέα (εντός ή εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης). Επιπλέον, η Αρχή Προστασίας Δεδομένων Προσωπικού Χαρακτήρα είναι υπεύθυνη για τον έλεγχο της συμμόρφωσης με τον ΓΚΠΔ και σε περίπτωση παραβίασης του επιβάλλονται οικονομικές κυρώσεις (πρόστιμα) [249].

Μορφοποιήθηκε: Επικεφαλίδα 2, Αριστερά

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

4.2.1 Βασικές Έννοιες

Για την καλύτερη κατανόηση του κανονισμού αλλά και του τρόπου εφαρμογής τους κρίνεται απαραίτητη η ανάλυση των βασικών όρων που το διέπουν σύμφωνα με το **Άρθρο 4** του ΓΚΠΔ [250].

«Δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα (προσωπικά δεδομένα)»: ορίζονται στον ΓΚΠΔ ως κάθε πληροφορία που αφορά ταυτοποιημένο ή ταυτοποιήσιμο φυσικό πρόσωπο το οποίο μπορεί να εξακριβωθεί άμεσα ή έμμεσα, ιδίως με αναφορά σε στοιχεία ταυτότητας όπως όνομα, ΑΜΚΑ, ΑΦΜ, αριθμός δελτίου ταυτότητας, δεδομένα θέσης, καθώς και δεδομένα που αφορούν τη σωματική, φυσιολογική, γενετική, ψυχολογική, οικονομική, και πολιτιστική ταυτότητα του ατόμου.

«Ειδικές κατηγορίες δεδομένων (ευαίσθητα δεδομένα)»: αποτελούν τα προσωπικά δεδομένα στα οποία δεν επιτρέπεται η εκτέλεση της επεξεργασίας. Στα δεδομένα αυτά ανήκουν: η φυλετική ή εθνική καταγωγή, ο σεξουαλικός προσανατολισμός, τα πολιτικά φρονήματα, οι θρησκευτικές ή φιλοσοφικές πεποιθήσεις, η συμμετοχή σε συνδικαλιστικές οργανώσεις, τα γενετικά ή βιομετρικά δεδομένα υγείας και προσωπικά δεδομένα που σχετίζονται με ποινικές καταδίκες και αδικήματα, εκτός αν η επεξεργασία αυτών επιτρέπεται από τη νομοθεσία της ΕΕ ή της εθνικής νομοθεσίας.

«Γενετικά δεδομένα»: τα δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα που αφορούν τα γενετικά χαρακτηριστικά φυσικού προσώπου που κληρονομήθηκαν ή αποκτήθηκαν, όπως προκύπτουν, ιδίως, από ανάλυση βιολογικού δείγματος του εν λόγω φυσικού προσώπου και τα οποία παρέχουν μοναδικές πληροφορίες σχετικά με τη φυσιολογία ή την υγεία του εν λόγω φυσικού προσώπου.

«Βιομετρικά δεδομένα»: δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα τα οποία προκύπτουν από ειδική τεχνική επεξεργασία συνδεδεμένη με φυσικά, βιολογικά ή συμπεριφορικά χαρακτηριστικά φυσικού προσώπου και τα οποία επιτρέπουν ή επιβεβαιώνουν την αδιαμφισβήτητη ταυτοποίηση του εν λόγω φυσικού προσώπου, όπως εικόνες προσώπου ή δακτυλοσκοπικά δεδομένα.

«Δεδομένα που αφορούν την υγεία»: δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα τα οποία σχετίζονται με τη σωματική ή ψυχική υγεία ενός φυσικού προσώπου, περιλαμβανομένης της παροχής υπηρεσιών υγειονομικής φροντίδας, και τα οποία αποκαλύπτουν πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση της υγείας του.

«Επεξεργασία δεδομένων»: κάθε πράξη ή σειρά πράξεων που πραγματοποιείται με ή χωρίς τη χρήση αυτοποιημένων μέσων σε δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα. Περιλαμβάνει τη συλλογή, καταχώρηση, οργάνωση, διάρθρωση, αποθήκευση, προσαρμογή ή μεταβολή, ανάκτηση, αναζήτηση πληροφοριών, χρήση, κοινολόγηση με διαβίβαση, διάδοση ή κάθε άλλη μορφή διάθεσης, συσχέτιση ή συνδυασμός, περιορισμός, διαγραφή ή καταστροφή προσωπικών δεδομένων.

«Περιορισμός της επεξεργασίας»: η επισήμανση αποθηκευμένων δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα με στόχο τον περιορισμό της επεξεργασίας τους στο μέλλον.

«Κατάρτιση προφίλ»: οποιαδήποτε μορφή αυτοματοποιημένης επεξεργασίας δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα που συνιστάται στη χρήση δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα για

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

την αξιολόγηση ορισμένων προσωπικών πτυχών ενός φυσικού προσώπου, ιδίως για την ανάλυση ή την πρόβλεψη πτυχών που αφορούν την απόδοση στην εργασία, την οικονομική κατάσταση, την υγεία, τις προσωπικές προτιμήσεις, τα ενδιαφέροντα, την αξιοπιστία, τη συμπεριφορά, τη θέση και τις μετακινήσεις του εν λόγω φυσικού προσώπου.

«Ψευδωνυμοποίηση»: η επεξεργασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα κατά τρόπο ώστε τα δεδομένα να μην μπορούν πλέον να αποδοθούν σε συγκεκριμένο υποκείμενο των δεδομένων χωρίς τη χρήση συμπληρωματικών πληροφοριών, εφόσον οι εν λόγω συμπληρωματικές πληροφορίες διατηρούνται χωριστά και υπόκεινται σε τεχνικά και οργανωτικά, μέτρα προκειμένου να διασφαλιστεί ότι δεν μπορούν να αποδοθούν σε ταυτοποιημένο ή ταυτοποιήσιμο φυσικό πρόσωπο.

«Σύστημα αρχειοθέτησης»: κάθε διαρθρωμένο σύνολο δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα τα οποία είναι προσβάσιμα με γνώμονα συγκεκριμένα κριτήρια, είτε το σύνολο αυτό είναι συγκεντρωμένο είτε αποκεντρωμένο είτε κατανεμημένο σε λειτουργική ή γεωγραφική βάση.

«Συγκατάθεση του υποκείμενου των δεδομένων»: κάθε ένδειξη βουλήσεως, ελεύθερη, συγκεκριμένη, ρητή και εν πληρεί επίγνωση, με την οποία το υποκείμενο των δεδομένων δηλώνει ότι συμφωνεί, με δήλωση ή με σαφή θετική ενέργεια, να αποτελέσουν αντικείμενο επεξεργασίας τα δεδομένα του προσωπικού χαρακτήρα.

«Παραβίαση δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα»: η παραβίαση της ασφάλειας που οδηγεί σε τυχαία ή παράνομη καταστροφή, απώλεια, μεταβολή, άνευ άδειας κοινολόγηση ή πρόσβαση δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα που διαβιβάστηκαν, αποθηκεύτηκαν ή υποβλήθηκαν κατ' άλλο τρόπο σε επεξεργασία.

«Υποκείμενο των δεδομένων»: το άτομο στο οποίο ανήκουν τα προσωπικά δεδομένα και το οποίο μπορεί να ταυτοποιηθεί άμεσα ή έμμεσα από αυτά.

«Υπεύθυνος επεξεργασίας»: το φυσικό ή νομικό πρόσωπο, η δημόσια αρχή, η υπηρεσία ή άλλος φορέας που, μόνα ή από κοινού με άλλα, καθορίζουν τον σκοπό και τον τρόπο της επεξεργασίας των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα. Όταν οι σκοποί και ο τρόπος της επεξεργασίας αυτής καθορίζονται από το δίκαιο της Ένωσης ή το δίκαιο κράτους μέλους, ο υπεύθυνος επεξεργασίας ή τα ειδικά κριτήρια για τον διορισμό του μπορούν να προβλέπονται από το δίκαιο της Ένωσης ή το δίκαιο του κράτους μέλους. Ο υπεύθυνος επεξεργασίας δίνει τις οδηγίες στον εκτελών την επεξεργασία και φέρει την ευθύνη για τη σωστή εφαρμογή του νόμου.

«Εκτελών την επεξεργασία»: το φυσικό ή νομικό πρόσωπο, η δημόσια αρχή, η υπηρεσία ή άλλος φορέας που επεξεργάζεται τα δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα για λογαριασμό του υπευθύνου επεξεργασίας.

«Τρίτος»: οποιοδήποτε φυσικό ή νομικό πρόσωπο, δημόσια αρχή, υπηρεσία ή φορέας, με εξαίρεση το υποκείμενο των δεδομένων, τον υπεύθυνο επεξεργασίας, τον εκτελούντα την επεξεργασία και τα πρόσωπα στα οποία, υπό την άμεση εποπτεία του υπευθύνου επεξεργασίας ή του εκτελούντος την επεξεργασία, είναι εξουσιοδοτημένα να επεξεργάζονται τα δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα.

4.2.1 Δεδομένα Εικόνας

Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων επεξεργάζονται εικόνες και βίντεο από το υποκείμενο το δεδομένων ώστε να εντοπίσουν και κατηγοριοποιήσουν τα συναισθήματα που εκφράζονται στο πρόσωπο του. Στα δεδομένα εικόνας περιλαμβάνονται και διάφορες τεχνικές πληροφορίες όπως η ανάλυση, η κωδικοποίησης και ο χρωματικός της χώρος. Με βάση το ΓΚΠΔ τα δεδομένα εικόνας μπορούν να αποτελέσουν ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα καθώς απεικονίζουν φυσικά πρόσωπα και μπορούν να οδηγήσουν άμεσα ή έμμεσα στην ταυτοποίηση τους. Πιο συγκεκριμένα τα δεδομένα εικόνας ενδέχεται να περιλαμβάνουν ευαίσθητες πληροφορίες όπως θρησκευτικές πεποιθήσεις, σεξουαλικές προτιμήσεις, εθνική και φυλετική καταγωγή, οικογενειακή κατάσταση και πληροφορίες για την υγεία. Ωστόσο, η συνεχής εξέλιξη των συστημάτων που συλλέγουν και επεξεργάζονται δεδομένα εικόνας εγείρει ερωτήματα σχετικά με τη συμμόρφωση τους με το ΓΚΠΔ και την προστασία των δεδομένων εικόνας [300].

Η επεξεργασία των δεδομένων εικόνας σύμφωνα με τον ΓΚΠΔ είναι νόμιμη μόνο αν ακολουθούνται οι συγκεκριμένες νομικές βάσεις που προβλέπονται από αυτόν για τα ευαίσθητα δεδομένα. Η συγκατάθεση του υποκειμένου των δεδομένων, η ανάγκη για εκτέλεση σύμβασης, η προστασία ζωτικών συμφερόντων, η συμμόρφωση με νομικές υποχρεώσεις και η επεξεργασία για λόγους δημοσίου συμφέροντος σύμφωνα με το άρθρο 9 του ΓΚΠΔ αποτελούν τι νόμιμες βάσεις για την επεξεργασία δεδομένων εικόνας.

Το άρθρο 5 του ΓΚΠΔ παραθέτει τις βασικές οι οποίες θα πρέπει να ισχύουν για χαρακτηρίζεται νόμιμη η επεξεργασία των προσωπικών δεδομένων. Οι συγκεκριμένες αρχές οφείλουν να τηρούνται από του οργανισμούς / παρόχους που συλλέγουν, επεξεργάζονται και αποθηκεύουν τα δεδομένα εικόνας ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος παραβίασης και διαρροής των δεδομένων. Παρακάτω αναλύονται οι βασικές αρχές που εφαρμόζονται στην επεξεργασία των δεδομένων εικόνας [251], [252], [253], [255]:

- **Νομιμότητα και Διαφάνεια:** Τα δεδομένα εικόνας θα πρέπει να υποβάλλονται σε νόμιμη επεξεργασία με διαφανή τρόπο για το υποκείμενο των δεδομένων. Επιπλέον είναι υποχρεωτική η σαφής και κατανοητή ενημέρωση του υποκειμένου των δεδομένων σχετικά με το ποιο θα είχε πρόσβαση στα δεδομένα εικόνας τους και για ποιους σκοπούς.
- **Ελαχιστοποίηση των Δεδομένων και Περιορισμός του Σκοπού:** Τα δεδομένα εικόνας θα πρέπει να συλλέγονται για συγκεκριμένους και καθορισμένους σκοπούς και να μην υποβάλλονται σε περαιτέρω επεξεργασία με σκοπό διαφορετικό από αυτόν για τον οποίο αρχικά συλλέχθηκαν.
- **Ακρίβειας των Δεδομένων:** Τα δεδομένα εικόνας θα πρέπει να είναι ακριβή, έγκυρα και επικαιροποιημένα. Σε περίπτωση ανακρίβειών στα δεδομένα εικόνας το υποκείμενο των δεδομένων διαθέτει το δικαίωμα στην άμεση διόρθωση ή / και διαγραφή (δικαίωμα στη λήθη) των δεδομένων του.
- **Περιορισμός της Αποθήκευσης:** Τα δεδομένα εικόνας στη μορφή που επιτρέπουν την ταυτοποίηση του υποκειμένου των δεδομένων θα πρέπει να τηρούνται μόνο για το χρονικό διάστημα που χρειάζεται για τους σκοπούς της επεξεργασίας.

Μορφοποίησε: Ελληνικά

Μορφοποιήθηκε: Επικεφαλίδα 3

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

- Ακεραιότητα και Εμπιστευτικότητα: Είναι απαραίτητο να τηρούνται μέτρα τα οποία θα εγγυόνται την προστασία των δεδομένων εικόνας από απώλεια, φθορά, καταστροφή ή μη εξουσιοδοτημένη επεξεργασία.
- Λογοδοσία: Ο υπεύθυνος επεξεργασίας είναι απαραίτητο να μπορεί να αποδείξει τη συμμόρφωση του οργανισμού που επεξεργάζεται τα δεδομένα με το ΓΚΠΔ ενώπιον των εποπτικών αρχών και σε πιθανή παραβίαση ή λανθασμένη χρήση των δεδομένων εικόνας θα πρέπει να ενημερώσει το υποκείμενο των δεδομένων.

Εκτός όμως από τις προαναφερθέντες νομικές βάσεις που θα πρέπει να τηρούνται κατά την επεξεργασία των δεδομένων εικόνας υπάρχουν και ορισμένα τεχνολογικά ζητήματα. Η ύπαρξη των κατάλληλων τεχνικών κρυπτογράφησης αλλά και μέτρων ασφαλείας ώστε τα συστήματα να εγγυόνται την προστασία των δεδομένων εικόνας από παραβιάσεις και μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση τρίτων κρίνονται απαραίτητες.

Συνοψίζοντας, η συλλογή, επεξεργασία και αποθήκευση των δεδομένων εικόνας χωρίς τη ρητή συγκατάθεση του υποκειμένου των δεδομένων και η χρήση τους για διαφορετικούς σκοπούς από αυτούς που αρχικά είχε χορηγηθεί η συγκατάθεση οδηγεί σε παραβίαση του απορρήτου του. Η επεξεργασία των δεδομένων εικόνας πιθανόν να οδηγήσει σε αποκάλυψη πληροφοριών για το υποκείμενο των δεδομένων όπως προβλήματα υγείας, εθνική ή φυλετική καταγωγή και σεξουαλικές προτιμήσεις. Οι κατασκευαστές / πάροχοι των συστημάτων αναγνώρισης και επεξεργασίας δεδομένων εικόνας οφείλουν να ενσωματώνουν σε αυτά σαφείς επιλογές για τους χρήστες ώστε να ενημερώνονται τότε πραγματοποιείται η συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων τους και να έχουν τη δυνατότητα να επιλέξουν να εξαιρεθούν από αυτές τις δραστηριότητες αν το επιθυμούν. Αξίζει όμως να επισημανθεί ότι σε περιπτώσεις μεγάλης κλίμακας συστημάτων οι συγκεκριμένες διαδικασίες είναι δύσκολο να πραγματοποιηθούν.

4.2.3 Δεδομένα Ομιλίας

Στα δεδομένα ομιλίας τα οποία συλλέγουν και επεξεργάζονται τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων περιλαμβάνονται δείγματα ομιλίας και φωνητικές εγγραφές. Καθώς τα δεδομένα ομιλίας περιέχουν τις λεκτικές αντιδράσεις και γενικότερα τις φωνητικές εκφράσεις των ατόμων σε διάφορες καταστάσεις συγκαταλέγονται στην κατηγορία προσωπικών δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα η ομιλία ενός ατόμου αντανακλά τα συμπεριφορικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του, επομένως τα δεδομένα ομιλίας μπορούν να χαρακτηριστούν ως ευαίσθητα δεδομένα [254]. Για παράδειγμα μέσω της ομιλίας μπορεί να εκτιμηθεί το φύλο και η ηλικία του ομιλητή. Αξίζει να σημειωθεί ότι η φωνή και ομιλία από μόνη της όμως δεν περιλαμβάνεται στα προσωπικά δεδομένα. Λόγω της ετερογένειας και της πανταχού παρουσίας εφαρμογών και συσκευών που συλλέγουν, επεξεργάζονται και αποθηκεύουν δεδομένα ομιλίας υπάρχει δυσκολία στην θεσμοθέτηση κανόνων για την προστασία των συγκεκριμένων δεδομένων. Επιπροσθέτως οι επιπτώσεις του ΓΚΠΔ στα δεδομένα ομιλίας παραμένουν ασαφείς και επομένως η προστασία των δεδομένων της ομιλίας και του απορρήτου αποτελεί ένα βασικό ζήτημα τόσο για την τεχνολογική όσο και για τη νομική κοινότητα καθώς από τον ΓΚΠΔ δεν υπάρχει σαφή κατανόηση για τον τρόπο και τον χρόνο της συλλογής, λήψης, αποθήκευσης και επεξεργασίας των δεδομένων ομιλίας.

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποιήθηκε: Επικεφαλίδα 3

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

Σύμφωνα με τα άρθρα 5 και 9 του ΓΚΠΔ για να είναι νόμιμη η συλλογή, επεξεργασία και αποθήκευση των δεδομένων ομιλίας θα πρέπει να ισχύουν οι ακόλουθες αρχές [251], [252], [253], [255]:

- Διαφάνεια και Συναινέση: Οι οργανισμοί που συλλέγουν και επεξεργάζονται δεδομένα ομιλίας οφείλουν να διατηρούν διαφάνειας ως προς την επεξεργασία τους. Το υποκείμενο των δεδομένων θα πρέπει να παρέχει ρητή συγκατάθεση για την επεξεργασία των προαναφερθέντων δεδομένων, εκτός εάν ισχύει άλλη νόμιμη βάση. Επιπλέον οι οργανισμοί πρέπει να ενημερώνουν με σαφήνεια το υποκείμενο των δεδομένων για τον τρόπο χρήσης των δεδομένων ομιλίας τους, καθώς και το ποια άτομα θα αποκτήσουν πρόσβαση σε αυτά και για ποιους σκοπούς.
- Περιορισμός του Σκοπού και Ελαχιστοποίηση των Δεδομένων: Θα πρέπει να συλλέγεται ο ελάχιστος αριθμός δεδομένων ομιλίας που απαιτείται για να επιτευχθεί ο επιδιωκόμενος σκοπός από τους οργανισμούς. Ακόμη τα δεδομένα ομιλίας δεν θα πρέπει να υποβάλλονται σε περαιτέρω επεξεργασία με σκοπό διαφορετικό από αυτό για τον οποίο αρχικά συλλέχθηκαν, εκτός αν υπάρχει περαιτέρω συγκατάθεση από το υποκείμενο των δεδομένων ή κάποια άλλη νόμιμη βάση για την περαιτέρω αυτή επεξεργασία.
- Ακρίβεια των Δεδομένων: Τα δεδομένα ομιλίας θα πρέπει να είναι ακριβή και επικαιροποιημένα. Επιπλέον το υποκείμενο των δεδομένων διαθέτει το δικαίωμα στην άμεση διόρθωση ή / και διαγραφή (δικαίωμα στη λήθη) των ανακριβών δεδομένων του.
- Ακεραιότητα, Εμπιστευτικότητα και Ασφάλεια των Δεδομένων: Για να διασφαλιστεί η προστασία και η ασφάλεια των δεδομένων ομιλίας οι οργανισμοί που συλλέγουν, επεξεργάζονται και αποθηκεύουν δεδομένα ομιλίας θα πρέπει να διαθέτουν και εφαρμόζουν τα κατάλληλα οργανωτικά και τεχνικά μέτρα. Σε αυτά περιλαμβάνεται η προστασία αποκάλυψης, τροποποίησης και καταστροφής των δεδομένων καθώς και η μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση από τρίτους σε αυτά. Επιπλέον κρίνεται αναγκαίο να διαθέτουν τα κατάλληλα μέτρα για την αντιμετώπιση των παραβιάσεων σε δεδομένα ομιλίας.
- Περιορισμός της Περιόδου Αποθήκευσης: Τα δεδομένα ομιλίας θα πρέπει να διατηρούνται σε μορφή η οποία θα επιτρέπει την ταυτοποίηση του υποκείμενου των δεδομένων μόνο κατά τη χρονική διάρκεια που χρειάζεται για να επιτευχθεί ο σκοπός της επεξεργασίας.
- Λογοδοσία: Τόσο η διαφάνεια όσο και η λογοδοσία αποτελούν βασικά στοιχεία του ΓΚΠΔ σχετικά με την επεξεργασία των δεδομένων ομιλίας. Ο υπεύθυνος επεξεργασίας οφείλει να μπορεί να αποδείξει τη συμμόρφωση του οργανισμού που επεξεργάζεται τα δεδομένα με το ΓΚΠΔ και σε πιθανή παραβίαση ή λανθασμένη χρήση των δεδομένων ομιλίας οφείλει να ενημερώσει το υποκείμενο των δεδομένων.
- Το άρθρο 9 του ΓΚΠΔ αναφέρεται στην απαγόρευση της επεξεργασίας των ειδικών κατηγοριών προσωπικών δεδομένων. Επομένως η επεξεργασία των δεδομένων ομιλίας χαρακτηρίζεται στις ακόλουθες περιπτώσεις, αρχικά να έχει προηγηθεί

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

λήψη ρητής συγκατάθεσης του υποκείμενου των δεδομένων, την προστασία ζωτικών συμφερόντων, η επεξεργασία να είναι αναγκαία για την εκτέλεση σύμβασης, η συμμόρφωση με νομική υποχρέωση, η επεξεργασία είναι απαραίτητη για λόγους το δημόσιου συμφέροντος.

Τα νομικά ζητήματα τα οποία διέπουν τη συλλογή, επεξεργασία και αποθήκευση των δεδομένων ομιλίας συνοδεύουν και ορισμένα τεχνολογικά ζητήματα. Οι τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα των συστημάτων αναγνώρισης και επεξεργασίας ομιλίας δημιουργεί ερωτήματα αναφορικά με τη συμμόρφωση τους με το ΓΚΠΔ, σχετικά με την ακρίβεια, ασφάλεια και διαφάνεια. Επιπλέον, η κρυπτογράφηση και ασφάλεια των δεδομένων ομιλίας αποτελούν δυο ακόμη ζητήματα, καθώς τα δεδομένα ομιλίας θα πρέπει να διαθέτουν τις κατάλληλες τεχνικές κρυπτογράφησης αλλά και μέτρα ασφαλείας ώστε να διασφαλίζεται η προστασία των δεδομένων ομιλίας από παραβιάσεις και μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση.

Συνοπτικά, η επεξεργασία και αποθήκευση των δεδομένων ομιλίας χωρίς συγκατάθεση και η κατάχρησή τους για διαφορετικούς σκοπούς από αυτούς που αρχικά είχαν χορηγηθεί οδηγεί σε παραβίαση του απορρήτου. Μέσω της ανάλυσης των δεδομένων ομιλίας ενδέχεται να προβλεφθούν πληροφορίες για το υποκείμενο των δεδομένων όπως η εθνική ή φυλετική καταγωγή, οι σεξουαλικές προτιμήσεις ενός φυσικού προσώπου [256]. Όμως παρόλο που οι κατασκευαστές / πάροχοι των συστημάτων αναγνώρισης και επεξεργασίας ομιλίας οφείλουν να ενσωματώνουν σε αυτά σαφείς επιλογές για τους χρήστες ώστε να έχουν τη δυνατότητα να επιλέξουν να εξαιρεθούν από δραστηριότητες επεξεργασίας δεδομένων ομιλίας και επιπλέον να ζητάνε τη συγκατάθεση του χρήστη για τη συλλογή, επεξεργασία και αποθήκευση των δεδομένων ομιλίας του οι συγκεκριμένες διαδικασίες γίνεται κατανοητό ότι είναι δύσκολο να πραγματοποιηθούν σε περίπτωση μεγάλης κλίμακας συστήματος [257].

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποίησης: Ελληνικά

4.3 Νομικά Ζητήματα Τεχνητής Νοημοσύνης

Η τεχνητή νοημοσύνη αποτελεί ένα βασικό εργαλείο για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη συστημάτων που μπορούν να εκτελούν εργασίες που προϋποθέτουν την ανθρώπινη νόηση. Στον τομέα της κατανόησης των ανθρώπινων συναισθημάτων, η τεχνητή νοημοσύνη και τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων συνεργάζονται στενά προκειμένου να ανιχνεύουν και να ταξινομούν την ανθρώπινη συναισθηματική κατάσταση. Οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης μαζί με χρήση ποικίλων τεχνικών όπως η ανάλυση προσώπου και φωνής, η ανάλυση κειμένου, η ανάλυση χειρονομιών και συμπεριφοράς και η βιομετρική αναγνώριση, επισκοπεί στην κατανόηση της συναισθηματικής κατάστασης του ατόμου. Στους τομείς της ασφάλειας, της εκπαίδευσης, της ανθρώπινης αλληλεπίδρασης, της υγείας και γενικότερα της βελτίωσης της ποιότητας ζωής των ανθρώπων η τεχνητή νοημοσύνη διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο. Παράλληλα όμως, εγείρεται σημαντικός αριθμός νομικών ζητημάτων και ζητημάτων ασφαλείας, καθώς οι προκλήσεις αναφορικά με την ακρίβεια των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων και την κατανόηση της ανθρώπινης συναισθηματικής φύσης παραμένουν ακόμη ανοικτές.

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

Η εξέλιξη των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης αναμένεται να έχει μεγάλο αντίκτυπο στο απόρρητο των ατόμων και στην ιδιωτική τους ζωή, καθώς μπορεί να αποτελέσει τον τρόπο για την παραβίαση τους. Οι αισθητήρες και συσκευές συλλέγουν και επεξεργάζονται αδιάκοπα και σε πραγματικό χρόνο τα προσωπικά δεδομένα των ανθρώπων χωρίς να έχει γνωστοποιηθεί στους ίδιους πρωτότερα. Τα κυριότερα ερωτήματα που πηγάζουν από την προαναφερθέντα κατάσταση είναι:

- Το υπάρχον πλαίσιο προστασίας προσωπικών δεδομένων αρκεί ώστε να πραγματοποιείται σωστή συλλογή, επεξεργασία, αποθήκευση και χρήση των προσωπικών δεδομένων;
- Σε τι ποσοστό η τεχνητή νοημοσύνη θα επηρεάζει τα βασικά δικαιώματα και τις ελευθερίες ενός ανθρώπου;
- Για να λειτουργήσουν με αποτελεσματικότητα και ακρίβεια οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης προϋποθέτουν υπέρογκη ποσότητα προσωπικών δεδομένων για την εκπαίδευσή του.

Η εφαρμογή του κανονισμού κρίνεται αναγκαία τόσο στο στάδιο της συλλογής όσο και της επεξεργασίας των δεδομένων από τους αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης. Τα συστήματα που λειτουργούν χρησιμοποιώντας αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης βελτιώνουν την ακρίβεια και την απόδοση τους όταν συλλέγουν και αναλύουν υπέρογκη ποσότητα προσωπικών δεδομένων και παράλληλα όταν εκπαιδεύονται με αυτά, καθώς με αυτό τον τρόπο ενισχύουν τη «γνώση» τους. Αποτέλεσμα του προαναφερθέντος γεγονότος είναι ότι προκύπτουν ζητήματα σχετικά με την μη εφαρμογή των βασικών αρχών της νόμιμης επεξεργασίας (άρθρο 5).

Με βάση το άρθρο 7 ΓΚΠΔ αναφορικά με τις προϋποθέσεις συγκατάθεσης και το άρθρο 8 του ΓΚΠΔ το οποίο αναφέρεται στις προϋποθέσεις για την συγκατάθεση παιδιού σε σχέση με τις υπηρεσίες της κοινωνίας της πληροφορίας η συγκατάθεση του υποκείμενου των δεδομένων κρίνεται αναγκαία για τη συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων με βάση ορισμένα κριτήρια για να είναι νόμιμη. Ο υπεύθυνος επεξεργασίας υποχρεούται να γνωστοποιήσει την συγκατάθεση στο υποκείμενο των δεδομένων σε γλώσσα σαφή, απλή και κατανοητή (άρθρο 7 και 8). Παρόλα αυτά, τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων σε αρκετά μεγάλο βαθμό συλλέγουν και επεξεργάζονται αυτόματα τα δεδομένα χωρίς τη συγκατάθεση του υποκείμενου των δεδομένων, οδηγώντας σε παραβίαση τους δικαιώματός τους. Ακόμη, η ανάκληση της συγκατάθεσης, δεν έχει επισημανθεί αν θα αποτελεί μια δυνατότητα που θα παρέχουν τα συγκεκριμένα συστήματα στο χρήστη.

Στις περισσότερες περιπτώσεις το υποκείμενο των δεδομένων μετά τη συλλογή των δεδομένων του δεν γνωρίζει με ποιον τρόπο και που θα πραγματοποιηθεί η επεξεργασία τους. Αξίζει να επισημανθεί, ότι οι αρχές του ΓΚΠΔ ισχύουν τόσο κατά την επεξεργασία των προσωπικών δεδομένων εντός ΕΕ όσο και εκτός ΕΕ. Επομένως, το υποκείμενο των δεδομένων θα πρέπει να γνωρίζει πως πραγματοποιείται η επεξεργασία των δεδομένων του από τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης ανεξάρτητα τοποθεσίας.

Μετά το πέρας ενός χρονικού διαστήματος ο χρήστης ενδέχεται να επιθυμεί τα δεδομένα του να τροποποιηθούν (άρθρο 16) ή ακόμη και να διαγραφούν (άρθρο 17), καθώς υπάρχει η περίπτωση να μην τον αντιπροσωπεύουν. Με βάση τα δυο προαναφερθέντα άρθρα του

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

τον ΓΚΠΔ η διαγραφή και η τροποποίηση δεδομένων αποτελούν δικαίωμα του υποκείμενου των δεδομένων. Όμως τα προϊόντα της τεχνητής νοημοσύνης δεν είναι γνωστό σε όλες τις περιπτώσεις αν θα δίνουν τη δυνατότητα να πραγματοποιηθεί τροποποίηση ή/και διαγραφή των ήδη συλλεγμένων δεδομένων.

Για την εξαγωγή μοτίβων από τα συλλεγόμενα δεδομένα αξιοποιείται η μηχανική μάθηση με αποτέλεσμα την κατάρτιση προφίλ για το συγκεκριμένο άτομο [263]. Βασιζόμενοι στις πληροφορίες που περιέχει το προφίλ ενός ατόμου μπορούν να ληφθούν αποφάσεις για αυτόν. Στην πλειονότητα των περιπτώσεων το υποκείμενο των δεδομένων δεν έχει δώσει τη συγκατάθεση τους ώστε τα δεδομένα του να χρησιμοποιηθούν για την κατάρτιση προφίλ. Ακόμη, η μηχανική μάθηση μπορεί να λειτουργεί με μεροληπτικό τρόπο και να διαιωνίζει διακρίσεις και στερεότυπα σε βαρών συγκεκριμένων ατόμων ή ομάδων, αν έχει εκπαιδευτεί με λάθος τρόπο.

Με βάση τις πληροφορίες που έχουν ενσωματωθεί στο λογισμικό τους και την επεξεργασία των δεδομένων που πραγματοποιούν ώστε να αποκτήσουν «εμπειρία» λειτουργούν τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης. Επειδή δεν είναι εύκολα κατανοητό ο τρόπος που λειτουργούν τα συγκεκριμένα συστήματα και πως οδηγούνται στη λήψη της απόφασης χαρακτηρίζονται από έλλειψη διαφάνειας [264]. Στην περίπτωση της εκπαίδευσης της μηχανικής μάθησης με σύνολο δεδομένων το οποίο δεν περιέχει αντικειμενικά δεδομένα έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη προκατάληψης και τη δημιουργία αναξιόπιστης απόφασης.

Η νομική ευθύνη αποτελεί ένα κρίσιμο ζήτημα αναφορικά με τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης, καθώς το έλλειμα νομοθετικών κανόνων για τον καταλογισμό ευθύνης χρειάζεται άμεση νομοθετική ρύθμιση. Στην περίπτωση που υπάρχει μια δυσλειτουργία του συστήματος τεχνητής νοημοσύνης δεν μπορεί να προβλεφθεί η συμπεριφορά που θα έχει. Επομένως η δημιουργία ενός πλαισίου το οποίο θα καλύπτει όλο το φάσμα των κινδύνων είναι αναγκαίο. Θα πρέπει να προσδιοριστεί αν ο κατασκευαστής του αλγορίθμου θα είναι υπεύθυνος και για τις πράξεις του, καθώς δεν είναι σαφές αν η πορεία των αποτελεσμάτων του αλγορίθμου θα δίνате να προβλεφθεί από τον κατασκευαστή [265].

Οι εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης διαθέτουν πλήθος από οφέλη τα οποία διευκολύνουν τα άτομα στην καθημερινή τους ζωή. Όμως συνοδεύεται και από αρκετά νομικά ζητήματα και προκλήσεις. Οι κατηγορίες των δεδομένων που συλλέγονται, καθώς και ο σκοπός για τον οποίο θα πραγματοποιηθεί η επεξεργασία τους θα πρέπει να γνωστοποιείται στο υποκείμενο των δεδομένων. Η ολοένα και αυξανόμενη παρέμβαση της τεχνητής νοημοσύνης στην ιδιωτικότητα και το απόρρητο των ατόμων οδηγεί στη δημιουργία ζητημάτων σχετικά με την παραβίαση της ιδιωτικής ζωής. Οπότε η διαφύλαξη των δικαιωμάτων των ατόμων είναι επιτακτική ανάγκη κατά την ανάπτυξη εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης.

4.4 Νόμοι περί Τεχνητής Νοημοσύνης

Το πρώτο ρυθμιστικό πλαίσιο για την Τεχνητή Νοημοσύνη στην ΕΕ προτάθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή τον Απρίλιο του 2021 [259]. Σκοπός του AI Act είναι να διασφαλίσει ότι οι νέες τεχνολογίες που αξιοποιούν την τεχνητή νοημοσύνη αναπτύσσονται και λειτουργούν σύμφωνα με τις αρχές και τη νομοθεσία της ΕΕ και ότι η τεχνητή νοημοσύνη

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

δεν παραβιάζει τα δικαιώματα των πολιτών της ΕΕ [260]. Παρέχει ένα ευρύ φάσμα κανόνων από τη νομοθεσία για την ασφάλεια των συστημάτων έως τα θεμελιώδη δικαιώματα.

Οι ειδικοί στόχοι αναφορικά με το κανονιστικό πλαίσιο για την τεχνητή νοημοσύνη είναι οι ακόλουθοι [261]:

- Η διασφάλιση ότι τηρείται η ισχύουσα νομοθεσία για τα θεμελιώδη δικαιώματα και τις αξίες της Ένωσης και επίσης ότι είναι ασφαλή τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης που διατίθενται στην αγορά.
- Η διασφάλιση της ασφάλειας δικαίου για τη διευκόλυνση των επενδύσεων και της καινοτομίας στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης.
- Η ενίσχυση της διακυβέρνησης της αποτελεσματικής επιβολής της ισχύουσας νομοθεσίας για τα θεμελιώδη δικαιώματα και τις απαιτήσεις ασφάλειας που εφαρμόζονται στα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης.
- Η διευκόλυνση της ανάπτυξης ενιαίας αγοράς για νόμιμα, ασφαλή και αξιόπιστα συστήματα ΤΝ και να προληφθεί ο κατακερματισμός της αγοράς.

Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες κινδύνου [262]:

- **Μη αποδεκτού κινδύνου:** αφορά την απαγόρευση των συστημάτων ΤΝ που αποτελούν απειλή για τα ανθρώπινα θεμελιώδη δικαιώματα, την ασφάλεια και τη διαβίωση των ανθρώπων. Συστήματα ΤΝ που παρακάμπτουν την ελεύθερη βούληση των ατόμων και χειραγωγούν τη συμπεριφορά τους ανήκουν στη συγκεκριμένη κατηγορία.
- **Υψηλού κινδύνου:** συστήματα ΤΝ που έχουν αρνητικό αντίκτυπο στην ασφάλεια των ανθρώπων ή στα θεμελιώδη δικαιώματά τους. Τα συστήματα που εμπίπτουν στη συγκεκριμένη κατηγορία θα πρέπει να ικανοποιούν ορισμένες αυστηρές απαιτήσεις, όπως ανθρώπινη εποπτεία, καταγραφή δραστηριοτήτων, σαφή πληροφόρηση στους χρήστες, συστήματα μετριασμού κινδύνου, λεπτομερή τεκμηρίωση. Παραδείγματα συστημάτων ΤΝ υψηλού κινδύνου είναι τα συστήματα αναγνώρισης προσώπου, τα συστήματα βιομετρικής ταυτοποίησης και τα συστήματα κατηγοριοποίησης προσώπων. Επίσης συστήματα ΤΝ σε υποδομές ζωτικής σημασίας όπως σε εκπαιδευτικές υποδομές, στην επιβολή του νόμου, στην δικαιοσύνη, στον έλεγχο των συνόρων και στην πρόσληψη εργαζομένων θεωρούνται υψηλού κινδύνου.
- **Χαμηλού ή ελάχιστου κινδύνου:** η πλειονότητα των συστημάτων ΤΝ που αξιοποιούνται στην ΕΕ ανήκουν στη συγκεκριμένη κατηγορία. Αφορά τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς πρόσθετες νομικές υποχρεώσεις αλλά μόνο με την ισχύουσα νομοθεσία.

Οι διαφορετικές κατηγορίες κινδύνου έχουν ως αποτέλεσμα περισσότερες ή λιγότερες ρυθμίσεις για τα συστήματα ΤΝ και θέσπιση διαφορετικών υποχρεώσεων για τους παρόχους και τους χρήστες των συστημάτων ανάλογα με τη κατηγορία κινδύνου [259].

Σύμφωνα με το AI Act δεν εμπίπτουν στον νόμο περί τεχνητής νοημοσύνης οι δραστηριότητες σχετικά με την έρευνα, δοκιμή και ανάπτυξη συστημάτων τεχνητής

νοημοσύνης που πραγματοποιούνται πριν από τη διάθεση τέτοιων συστημάτων στην αγορά, εκτός από τις δοκιμές σε πραγματικές συνθήκες (άρθρο 5 παράγραφος δ) [261]. Επιπλέον τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων ορίζονται στο Άρθρο 3 παράγραφος 34 ως συστήματα με σκοπό τον εντοπισμό ή την εξαγωγή συναισθημάτων, σκέψεων, ψυχικών καταστάσεων ή προθέσεων ατόμων ή ομάδων με βάση τα βιομετρικά και βιομετρικά δεδομένα τους [261]. Σύμφωνα με το Άρθρο 6 παράγραφος 2 και στο παράρτημα III τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων συγκαταλέγονται στα συστήματα ΤΝ υψηλού κινδύνου, επομένως για να είναι αποδεκτά από την κοινωνία και να συμβαδίζουν με τις νομικές και ηθικές απαιτήσεις τα συγκεκριμένα συστήματα οφείλουν να ικανοποιούν συγκεκριμένες προδιαγραφές σχετικά με τη διαφάνεια, ακρίβεια, διαχείριση κινδύνου, διακυβέρνηση δεδομένων, ανθρώπινη εποπτεία και ειδική τεχνική τεκμηρίωση και τήρηση αρχείων (άρθρα 9-15) [261]. Η χρήση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων απαγορεύεται στους τομείς της επιβολής του νόμου, της διαχείρισης των συνόρων, του χώρου εργασίας και της εκπαίδευσης (άρθρο 5 παράγραφος 1) [261].

4.4.1 Συστήματα Αναγνώρισης Συναισθημάτων και Βιομετρικά Δεδομένα

Ως σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων ορίζεται το σύστημα τεχνητή νοημοσύνης το οποίο με βάση τα βιομετρικά χαρακτηριστικά έχει ως σκοπό τον εντοπισμό των συναισθημάτων και των προθέσεων φυσικών προσώπων (Άρθρο 2 Παράγραφος 34). Η ευτυχία, ο θυμός, η λύπη, η αμηχανία, η έκπληξη, ο ενθουσιασμός, η αηδία, η ντροπή, η ικανοποίηση, η διασκέδαση και η περιφρόνηση αποτελούν τα συναισθήματα και τις προσθέσεις που εντοπίζουν τα συγκεκριμένα συστήματα. Παράλληλα όμως τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων δεν περιλαμβάνουν σωματικές καταστάσεις, όπως η κόπωση και ο πόνος, όπως για παράδειγμα συστήματα για την ανίχνευση της κόπωσης των επαγγελματιών πιλότων ή οδηγών με σκοπό την αποτροπή ατυχημάτων (Αιτιολογικής Σκέψη 8α). Επιπλέον, οι εύκολα εμφανείς εκφράσεις και χειρονομίες (χαμόγελο, χειρονομίες χεριών, ανύψωση της φωνής κ.λπ.) περιλαμβάνονται μόνο στην περίπτωση για ανίχνευση και εξαγωγή συναισθημάτων.

Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων τα οποία δεν απαγορεύονται βάση του κανονισμού (AI Act) ανήκουν στην κατηγορία συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης υψηλού κινδύνου (Αιτιολογικής Σκέψη 33α). Με βάση τους κανονισμούς (ΕΕ) 2016/679 και 2016/1725 και την οδηγία (ΕΕ) 2016/280 όταν τα προσωπικά δεδομένα ατόμων εκτίθενται και επεξεργάζονται από συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων οι προγραμματιστές θα πρέπει να ενημερώνουν τα αντίστοιχα άτομα (Άρθρο 52 Παράγραφος 2). Για τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων τα οποία αξιοποιούνται για τον εντοπισμό, την πρόληψη και τη διερεύνηση ποινικών αδικημάτων δεν ισχύει η παραπάνω υποχρέωση αρκεί να διασφαλίζονται τα κατάλληλα μέτρα για τις ελευθερίες και τα δικαιώματα τρίτων σύμφωνα με το δίκαιο της Ένωσης.

Η ταυτοποίηση και κατηγοριοποίηση φυσικών προσώπων, ο έλεγχος ταυτότητας και η αναγνώριση των συναισθημάτων φυσικών προσώπων αποτελούν διαδικασίες που μπορούν να πραγματοποιηθούν με χρήση των βιομετρικών δεδομένων (Αιτιολογικής Σκέψη 7). Ως βιομετρικά δεδομένα χαρακτηρίζονται τα προσωπικά δεδομένα τα οποία είναι αποτέλεσμα ειδικής τεχνικής επεξεργασίας στα φυσικά και συμπεριφορικά / φυσιολογικά

Μορφοποιήθηκε: Επικεφαλίδα 3

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποίησης: Ελληνικά

χαρακτηριστικά ενός ατόμου (Αιτιολογικής Σκέψη 33). Η βιομετρική ταυτοποίηση είναι η αυτοματοποιημένη διαδικασία αναγνώριση φυσικών, συμπεριφορικών, φυσιολογικών και ψυχολογικών χαρακτηριστικών ενός ατόμου ώστε να επιτευχθεί ταυτοποίηση του μέσω της σύγκρισης των βιομετρικών του δεδομένων με τα βιομετρικά δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στη βάση δεδομένων, ανεξάρτητα αν το φυσικό πρόσωπο έχει δώσει τη συγκατάθεση του ή όχι (Αιτιολογικής Σκέψη 33α και 7α). Σε αυτά περιλαμβάνονται η κίνηση των ματιών, το πρόσωπο, η φωνή, ο τρόπος πληκτρολόγησης, το βάδισμα, ο καρδιακός παλμός και η αρτηριακή πίεση, η στάση, το σχήμα του σώματος και η οσμή. Όταν τα βιομετρικά δεδομένα των φυσικών προσώπων επεξεργάζονται από συστήματα τα οποία έχουν τη δυνατότητα εντοπισμού και κατηγοριοποίησης των συναισθημάτων τους και των προσθέσεων τους τότε θα πρέπει να ενημερώνονται σε μορφή που είναι προσβάσιμη και για άτομα με αναπηρίες (Αιτιολογικής Σκέψη 70).

Η **βιομετρική επαλήθευση** είναι η αυτοματοποιημένη διαδικασία επαλήθευσης της ταυτότητας ενός ατόμου μέσω της σύγκρισης των βιομετρικών του δεδομένων με τα βιομετρικά δεδομένα που έχουν προηγουμένως παρασχεθεί με σκοπό την είσοδο του σε εγκαταστάσεις ασφαλείας, υπηρεσίες ή το ξεκλείδωμα συσκευών (Αιτιολογικής Σκέψη 33c και 7a).

Τα **συστήματα βιομετρική κατηγοριοποίησης** είναι συστήματα τεχνητής νοημοσύνης τα οποία μέσω των βιομετρικών δεδομένων ταξινομούν τα φυσικά πρόσωπα σε συγκεκριμένες κατηγορίες (Αιτιολογικής Σκέψη 35). Η ηλικία, το φύλο, το χρώμα των ματιών και των μαλλιών, η θρησκεία, η γλώσσα, ο σεξουαλικός ή πολιτικός προσανατολισμός και χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς ή της προσωπικότητας εντός ατόμου αποτελούν κατηγορίες για την κατηγοριοποίηση των φυσικών προσώπων. Απαγορεύεται η χρήση και διάθεση στην αγορά συστημάτων βιομετρική κατηγοριοποίησης, εκτός από την περίπτωση της νομικής επισημάνσης ή κατηγοριοποίησης βιομετρικών δεδομένων που έχουν αποκτηθεί με βάση την εθνική ή ενωσιακή νομοθεσία για τα βιομετρικά δεδομένα, όπως η κατηγοριοποίησης εικόνων με βάση το χρώμα των μαλλιών για εφαρμογή στον τομέα της επιβολής του νόμου (Αιτιολογικής Σκέψη 16a και Άρθρο 5 Παράγραφος 1 Σημείο ba).

Τα **συστήματα απομακρυσμένης βιομετρικής ταυτοποίησης** είναι συστήματα τεχνητής νοημοσύνης τα οποία χωρίς την ενεργό συμμετοχή των φυσικών προσώπων έχουν ως στόχο την αναγνώριση τους, στην πλειονότητα των περιπτώσεων εξ αποστάσεως μέσω της αντιπαράβολής των βιομετρικών τους δεδομένων με αυτά που υπάρχουν αποθηκευμένα στη βάση δεδομένων (Αιτιολογικής Σκέψη 36). Τα συγκεκριμένα συστήματα κατηγοριοποιούνται ως υψηλού κινδύνου καθώς ελλοχεύουν κινδύνους για διαιώνιση διακρίσεων και μεροληπτικές αποφάσεις (Αιτιολογικής Σκέψη 33a). Στην περίπτωση μεγάλου αριθμού ατόμων τα συγκεκριμένα συστήματα μπορούν να αξιοποιηθούν για την επεξεργασία των βιομετρικών τους δεδομένων χωρίς την ενεργό συμμετοχή του έχοντας αρνητική επίδραση στα θεμελιώδη δικαιώματα τους (Αιτιολογικής Σκέψη 8).

Τα συστήματα **απομακρυσμένης βιομετρικής ταυτοποίησης σε πραγματικό χρόνο** είναι βιομετρικά συστήματα ταυτοποίησης τα οποία χωρίς καθυστέρηση πραγματοποιούν καταγραφή, σύγκριση και ταυτοποίηση των βιομετρικών δεδομένων (Αιτιολογικής Σκέψη 37). Τα συγκεκριμένα συστήματα χρησιμοποιούν «ζωντανά» δεδομένα που δημιουργούνται από κάμερα (βίντεο) ή παρόμοιες συσκευές. Η χρήση των συγκεκριμένων συστημάτων σε δημόσια προσβάσιμους χώρους απαγορεύεται εκτός αν χρησιμοποιείται

Μορφοποίησης: Γραμματοσειρά: Έντονα

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποίησης: Γραμματοσειρά: Έντονα

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποίησης: Γραμματοσειρά: Έντονα

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποίησης: Γραμματοσειρά: Έντονα

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

για τον εντοπισμό και την ταυτοποίηση ύποπτου ατόμου για διάπραξη ποινικού αδικήματος (Άρθρο 5 Παράγραφος 1 Σημείο diii).

Μορφοποίησε: Ελληνικά

Μορφοποίησε: Ελληνικά

Η επεξεργασία βιομετρικών δεδομένων με σκοπό την επιβολή του νόμου από συστήματα τεχνητής νοημοσύνης για βιομετρική ταυτοποίηση θα πρέπει να γίνεται με βάση τις αρχές της διαφάνειας, νομιμότητας, δικαιουσύνης, περιορισμού του σκοπού και αποθήκευσης και ακρίβειας (Άρθρο 4 Παράγραφος 1 της Οδηγίας (ΕΕ) 2016/680) και παράλληλα η επεξεργασία να πραγματοποιείται μόνο όταν είναι απαραίτητο και επιτρέπεται από τη νομοθεσία της Ένωσης ή του κράτους μέλους διασφαλίζοντας τα δικαιώματα του υποκείμενου των δεδομένων (Άρθρο 10 της Οδηγίας (ΕΕ) 2016/680) (Αιτιολογική Σκέψη 58d).

Συνοψίζοντας, τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων και η συλλογή και επεξεργασία βιομετρικών δεδομένων συνοδεύεται από αρκετές προκλήσεις. Η ύπαρξη αδυναμιών αναφορικά με την αξιοπιστία, τη διαφάνεια, την ακρίβεια την μεροληψία και το εύρος διείσδυση των συγκεκριμένων συστημάτων στην καθημερινότητα των ατόμων εντείνει την μη ύπαρξη εμπιστοσύνης από το κοινό σε αυτά. Επομένως κρίνεται αναγκαία η θεσμοθέτηση του κατάλληλου πλαισίου για την προστασία των δικαιωμάτων και των ελευθεριών των ατόμων.

4.4.2 Επιβολή του Νόμου

Μορφοποιήθηκε: Επικεφαλίδα 3

Στον τομέα της επιβολής του νόμου τα συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης με εξ αποστάσεως βιομετρική ταυτοποίηση φυσικών προσώπων σε πραγματικό χρόνο αποτελούν αυξημένο κίνδυνο για τις ελευθερίες και τα δικαιώματα των ατόμων επειδή διακατέχονται από αμεσότητα αναφορικά με την επιβολή των επιπτώσεων στα άτομα και επίσης η φύση τους είναι ιδιαίτερα παρεμβατική στην ιδιωτική ζωή τους (Αιτιολογική Σκέψη 18).

Τα προαναφερθέντα συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο στις εξής τρεις περιπτώσεις (Αιτιολογική Σκέψη 19):

- Αναζήτηση θυμάτων εγκληματικών ενεργειών, όπως αγνοούμενων παιδιών.
- Απειλές τρομοκρατικής επίθεσης και απειλές κατά της σωματικής ακεραιότητας και ζωής ατόμων.
- Ανίχνευσης και ταυτοποίηση ύποπτων ή δραστών για ορισμένα ποινικά αδικήματα.

Ωστόσο η χρήση των εν λόγω συστημάτων σε δημόσιους χώρους με σκοπό την επιβολή του νόμου είναι νόμιμη μόνο αν η αρμόδια δικαστική αρχή ή η ανεξάρτητη διοικητική αρχή κράτους μέλους να χορηγεί την κατάλληλη άδεια πριν την χρήση τους (Αιτιολογική Σκέψη 21). Επιπλέον, είναι στην ευχέρεια κάθε κράτους μέλους το οποίο έχει αποφασίσει για την ενσωμάτωση συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης για την επιβολή να το αναφέρει στο νομικό πλαίσιο των ειδικότερων κανόνων του εθνικού του δικαίου (Αιτιολογική Σκέψη 22).

Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης με εφαρμογές στην επιβολή του νόμου τα οποία αξιοποιούνται για πρόληψη, εντοπισμός, διερεύνησης και δίωξης ποινικών αδικημάτων συγκαταλέγονται στην κατηγορία υψηλού κινδύνου καθώς έχουν άμεση επίδραση στα θεμελιώδη δικαιώματα, στη στέρηση ελευθεριών, στην παρακολούθηση και στη σύλληψη

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

ατόμων (Αιτιολογική Σκέψη 38). Επιπλέον στην περίπτωση εκπαίδευσης του συστήματος με δεδομένα μη υψηλής ποιότητας ενδέχεται η δημιουργία διακρίσεων και οι εσφαλμένες αποφάσεις από το σύστημα. Επομένως η διαφάνεια, η ακρίβεια και η αξιοπιστία αποτελούν τους βασικούς πυλώνες για την εξάλειψη των προαναφερθέντων επιπτώσεων και της εξασφάλισης της εμπιστοσύνης των πολιτών και της λογοδοσίας. Στην κατηγορία υψηλού κινδύνου συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης με εφαρμογές στην επιβολή του νόμου δεν συγκαταλέγονται τα συστήματα τα οποία χρησιμοποιούνται σε διοικητικές διαδικασίες από τις τελωνειακές και φορολογικές αρχές.

Τα συστήματα ΤΝ που προορίζονται ειδικά για χρήση σε διοικητικές διαδικασίες από τις φορολογικές και τελωνειακές αρχές δεν θα πρέπει να θεωρούνται συστήματα ΤΝ υψηλού κινδύνου που χρησιμοποιούνται από τις αρχές επιβολής του νόμου για τους σκοπούς της πρόληψης, της ανίχνευσης, της διερεύνησης και της δίωξης ποινικών αδικημάτων. Επιπλέον συστήματα τεχνητής νοημοσύνης που αξιοποιούνται για την απονομή δικαιοσύνης επειδή έχουν άμεση επίδραση στη δημοκρατία και τις ατομικές ελευθερίες συγκαταλέγονται στα συστήματα υψηλού κινδύνου (Αιτιολογική Σκέψη 40). Στην περίπτωση σφάλματος ή λανθασμένης απόφασης από τα εν λόγω συστήματα θα υπάρξει αρνητικό αντίκτυπο στα θεμελιώδη δικαιώματα των ατόμων.

Στην περίπτωση συστημάτων εξ αποστάσεως βιομετρικής ταυτοποίησης σε πραγματικό χρόνο με σκοπό την επιβολή του νόμου σε προσβάσιμους χώρους από το κοινό απαγορεύεται η χρήση τους εκτός αν η ενσωμάτωση και λειτουργία τους κρίνεται αναγκαία για την εκτέλεση των ακόλουθων ενεργειών (Άρθρο 5 Παράγραφος 1 Σημείο d):

- Αναζήτηση θυμάτων απαγωγής / αγνοούμενων, σεξουαλική εκμετάλλευση και εμπορία ανθρώπων.
- Πρόληψη απειλής για τη ζωή και την σωματική ασφάλεια φυσικού προσώπου.
- Εντοπισμό και ταυτοποίηση ύποπτου για διάπραξη ποινικού αδικήματος.

Επιπλέον η ενσωμάτωση τους οφείλει να λαμβάνει υπόψιν τις συνέπειες που ενδέχεται να έχει στις ελευθερίες και τα δικαιώματα των ατόμων (Άρθρο 5 Παράγραφος 2). Επίσης η χρήση των κρίσιμων αυτών συστημάτων είναι υποχρεωτικό να κοινοποιείται στην εθνική αρχή προστασίας δεδομένων και στην αρμόδια εποπτική αρχή της αγοράς (Άρθρο 5 Παράγραφος 3 Σημείο α).

Για να είναι νόμιμη η βιομετρική ταυτοποίησης καταδικαστέων ή ύποπτων ατόμων από εξ αποστάσεως συστήματα βιομετρικής ταυτοποίησης θα πρέπει να έχει χορηγηθεί άδεια εκ των προτέρων στον προγραμματιστή του συστήματος από την αρμόδια δικαστική ή διοικητική αρχή (Άρθρο 5 Παράγραφος 6 Σημείο α). Τέλος, η περαιτέρω επεξεργασία ευαίσθητων επιχειρησιακών δεδομένων από δραστηριότητες επιβολής του νόμου, μετανάστευσης ή ασύλου και συνοριακού ελέγχου τα οποία έχουν συλλεχθεί νόμιμα για άλλους σκοπούς δεν μπορούν να υποβληθούν σε περαιτέρω επεξεργασία για την ανάπτυξη, εκπαίδευση και δοκιμή συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης (Άρθρο 54 Παράγραφος 1 Σημείο j).

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Μορφοποίησης: Ελληνικά

4.4.3 Διαχείριση Συνόρων

Οι αρχές μετανάστευσης, ασύλου και συνοριακού ελέγχου με βάση τον κανονισμό (AI Act) έχουν τη δυνατότητα να πραγματοποιούν ελέγχους ταυτότητας με την παρουσία του ενδιαφερόμενου φυσικού προσώπου και με βάση τους κανόνες που ορίζονται στην ενωσιακή και εθνική νομοθεσία για αυτούς τους ελέγχους (Αιτιολογική Σκέψη 19). Πιο συγκεκριμένα επιτρέπεται η χρήση συστημάτων πληροφοριών για την ταυτοποίηση ατόμων τα οποία αρνήθηκαν να αναγνωριστούν ή δεν μπορούσαν να αποδείξουν την ταυτότητα τους κατά τη διάρκεια ελέγχου ταυτότητας. Παράδειγμα αποτελεί ένα φυσικό πρόσωπο το οποίο έχει εμπλακεί σε εγκληματική ενέργεια και λόγω ατυχήματος ή ιατρικής ενέργειας αποφεύγει την αποκάλυψη της πραγματικής του ταυτότητας στις αρχές επιβολής του νόμου.

Η ακρίβεια, η διαφάνεια και η μη ύπαρξη μεροληπτικών ενεργειών από τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης που ενσωματώνονται στους τομείς της διαχείρισης μετανάστευσης, του ελέγχου συνόρων και του ασύλου κρίνεται αναγκαία ώστε να διασφαλίζεται ότι προστατεύονται τα βασικά δικαιώματα των ατόμων, τα προσωπικά τους δεδομένα και η ιδιωτική τους ζωή καθώς και η ελεύθερη κυκλοφορία και η μη διακριτή μεταχείριση (Αιτιολογική Σκέψη 39). Συστήματα που χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό της συναισθηματικής κατάστασης ενός ατόμου, για την επιβεβαίωση της γνησιότητας των εγγράφων των ατόμων, για την αξιολόγηση κινδύνων που παρουσιάζουν άτομα όταν εισέρχονται σε ένα κράτος μέλος και για την ενίσχυση της διαδικασίας χορήγησης / θεώρησης αδειών διαμονής / ασύλου συγκαταλέγονται στην κατηγορία συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης υψηλού κινδύνου.

Οι πάροχοι των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης υψηλού κινδύνου οφείλουν πριν τη διάθεση στην αγορά ή την χρήση του συστήματος να εντοπίζουν τα κατάλληλα μέτρα ανθρώπινης επίβλεψης (Αιτιολογική Σκέψη 48). Τα φυσικά πρόσωπα θα πρέπει να επιβλέπουν τη λειτουργία του συστήματος και να αντιμετωπίζουν τυχόν επιπτώσεις που προκύπτουν. Στις περιπτώσεις όμως διαχείριση συνόρων, μετανάστευσης και ασύλου και επιβολής του νόμου η συγκεκριμένη απαίτηση μπορεί να μην ισχύει αν η εθνική ή ενωσιακή νομοθεσία θεωρεί ότι η εφαρμογή της είναι δυσανάλογη.

Μορφοποιήθηκε: Επικεφαλίδα 3

Μορφοποίησε: Ελληνικά

4.4.4 Εκπαίδευση - Επαγγελματική Κατάρτιση

Η εκφράσεις στο πρόσωπο ενός ατόμου διαφέρουν ανάλογα με τις καταστάσεις στις οποίες βρίσκεται αντιμέτωπος και με τον πολιτισμό από τον οποίο προέρχεται και στον οποίο έχει ανατραφεί (Αιτιολογική Σκέψη 26c). Επομένως η έλλειψη αξιοπιστίας και η γενίκευση των συναισθημάτων αποτελούν βασικά μειονεκτήματα των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων όπως και η ύπαρξη μεροληπτικών αποφάσεων που ενδέχεται να οδηγήσει σε παραβίαση των ελευθεριών και των δικαιωμάτων του υποκείμενου των δεδομένων. Ο επεμβατικός χαρακτήρας των προαναφερθέντων συστημάτων στους τομείς της εκπαίδευσης και της εργασίας μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα δυσμενή μεταχείριση ορισμένων ατόμων ή ομάδων. Οπότε η ενσωμάτωση, χρήση και διάθεση στην αγορά συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων με εφαρμογές στον εκπαιδευτικό τομέα και στο χώρο εργασίας θα πρέπει να απαγορευτεί.

Μορφοποιήθηκε: Επικεφαλίδα 3

Μορφοποίησε: Ελληνικά

Μορφοποίησε: Ελληνικά

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

Συστήματα τεχνητής νοημοσύνης τα οποία αξιοποιούνται στους τομείς της εκπαίδευσης και της επαγγελματικής κατάρτισης για να καθορίσουν την πρόσβαση σε εκπαιδευτικά ή επαγγελματικά ιδρύματα, για να ανιχνεύουν ύποπτη συμπεριφορά μαθητών κατά τη διάρκεια των εξετάσεων αλλά και για την αξιολόγηση ατόμων που υποβάλλονται σε εξετάσεις στο πλαίσιο της εκπαίδευσης τους ανήκουν στην κατηγορία υψηλού κινδύνου (Αιτιολογική Σκέψη 35). Πιο συγκεκριμένα καθώς οι παραπάνω διαδικασίες αποτελούν καθοριστικό παράγοντα για την εκπαιδευτική και την επαγγελματική ζωής ενός ατόμου αν τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης χρησιμοποιηθούν εσφαλμένα, πιθανόν να οδηγήσουν σε παραβίαση των δικαιωμάτων στην εκπαίδευση ή / και επαγγελματική κατάρτιση αλλά και στη δημιουργία διακρίσεων έχοντας αρνητικές συνέπειες στη διαβίωση των ατόμων.

Μορφοποίηση: Ελληνικά

Μορφοποίηση: Ελληνικά

Σύμφωνα με την ΕΕ στην κατηγορία μη αποδεκτού κινδύνου συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης περιλαμβάνονται τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων που αξιοποιούνται στα εκπαιδευτικά ιδρύματα και στο χώρο εργασίας ώστε να εντοπίζουν τη συναισθηματική κατάσταση του υποκείμενου και να εξάγουν συμπεράσματα για τα συναισθήματα του ή τις προθέσεις τους με βάση τα βιομετρικά δεδομένα του. Σε αυτά περιλαμβάνονται συναισθήματα όπως η θλίψη, η ευτυχία, ο θυμός, η αμηχανία, η έκπληξη, η έξαψη, η απέχθεια, η περιφρόνηση, η ικανοποίηση, η ντροπή και η διασκέδαση. Όμως συστήματα για τον εντοπισμό φυσικών καταστάσεων όπως η κόπωση και ο πόνος τίθενται εκτός της κατηγορίας των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης μη αποδεκτού κινδύνου (Αιτιολογική σκέψη 8α).

Επιπλέον συστήματα που ενσωματώνονται στον εργασιακό χώρο για να ελέγχουν την απόδοση των εργαζομένων (Employee Performance Monitoring) συγκαταλέγονται στην κατηγορία μη αποδεκτού κινδύνου. Τα συγκεκριμένα συστήματα αξιοποιούνται κατά τη διάρκεια της εργασίας για να παρακολουθούν και να αναλύουν τη συναισθηματική κατάσταση των εργαζομένων αλλά και την αφοσίωση τους μέσω της ανάλυσης των εκφράσεων του προσώπου, της φωνής και λοιπόν βιομετρικών στοιχείων τα οποία ενδείκνυνται για την έκφραση συναισθητικών καταστάσεων όπως η ικανοποίηση, η δυσφορία και το άγχος.

Ακόμη εργαλεία τα οποία βασίζονται στη τεχνητή νοημοσύνη και χρησιμοποιούνται κατά τη φάση της πρόσληψης (AI-Based Recruitment Tools) ανήκουν στην κατηγορία συστημάτων μη αποδεκτού κινδύνου. Ειδικότερα κατά τη διάρκεια της πρόσληψης ενός υποψήφιου εργαζομένου τα συγκεκριμένα συστήματα έχουν τη δυνατότητα να ελέγχουν και να αξιολογούν τη συναισθηματική του κατάσταση αλλά και την ειλικρίνεια του μέσω της ανάλυσης των εκφράσεων του προσώπου, της φωνής και της γλώσσας του σώματος. Επιπρόσθετα, εργαλεία τα οποία βασίζονται στη τεχνητή νοημοσύνη για την αξιολόγηση του δημόσιου λόγου (AI in Public Speaking Training), όπως παρουσιάσεις σε εκπαιδεύσεις, εμπίπτουν στην κατηγορία του μη αποδεκτού κινδύνου.

Επομένως, όσα συστήματα δεν περιλαμβάνονται στην κατηγορία συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης μη αποδεκτού κινδύνου συγκαταλέγονται στην κατηγορία του υψηλού κινδύνου. Ειδικότερα στον εργασιακό τομέα υψηλού κινδύνου θεωρούνται τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης τα οποία χρησιμοποιούνται στην απασχόληση, στην πρόσβαση στην αυτοαπασχόληση, στη διαχείριση των εργαζομένων, στην πρόσληψη εργαζομένων, στη λήψη αποφάσεων σχετικά με προαγωγή και καταγγελία συμβάσεων απασχόληση αλλά και στην κατανομή καθηκόντων και την παρακολούθηση και αξιολόγηση ατόμων κατά τη

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

διάρκεια της εργασίας τους (Αιτιολογική Σκέψη 36). Οι προαναφερθέντες κατηγορίες συστημάτων αποτελούν έχουν άμεση επίδραση στον βιοπορισμό του και τις μελλοντικές επαγγελματικές προοπτικές των ατόμων και θέτουν σε κίνδυνο τα προσωπικά δεδομένα και την ιδιωτικότητα των εργαζομένων.

Μορφοποίηση: Ελληνικά

Επιπλέον στο άρθρο 5 αναφέρεται ότι θα πρέπει να απαγορευτεί η ενσωμάτωση, χρήση και διάθεση στην αγορά συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης με σκοπό την αναγνώριση συναισθημάτων με εφαρμογές στα εκπαιδευτικά ιδρύματα και στους χώρους εργασίας (Άρθρο 5). Όμως η χρήση και διάθεση στην αγορά των συγκεκριμένων συστημάτων επιτρέπεται όταν προορίζεται για λόγους ασφαλείας ή ιατρικούς.

Μορφοποίηση: Ελληνικά

4.5 Νόμος 4961/2022

Η τεχνητή νοημοσύνη αποτελεί ένα ταχέως εξελισσόμενο τομέα με ποικίλλες εφαρμογές σε διάφορους τομείς. Επομένως, η θέσπιση κανονισμών κρίνεται αναγκαία ώστε να δημιουργηθεί αίσθημα εμπιστοσύνης μεταξύ των πολιτών και των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης. Ο Ν.4961/2022 αφορά τις αναδυόμενες τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών, την ενίσχυση της ψηφιακής διακυβέρνησης και άλλες διατάξεις [289]. Ο συγκεκριμένος νόμος περιέχει τις βασικές ρυθμίσεις για την ανάπτυξη και ενσωμάτωση συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης στον ιδιωτικό και δημόσιο τομέα, θέτοντας συγκεκριμένες υποχρεώσεις για τους αναδόχους και τους φορείς του δημοσίου οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη και χρήση των συγκεκριμένων συστημάτων αλλά και την προστασία των φυσικών και νομικών προσώπων από τους επικείμενους κινδύνους της τεχνητής νοημοσύνης.

Οι ρυθμίσεις που εισάγει ο συγκεκριμένος κανονισμός αφορούν:

- Την εισαγωγή και εκτέλεση διαδικασιών Ψηφιακής Διακυβέρνησης στο πλαίσιο του ψηφιακού μετασχηματισμού.
- Την δημιουργία και ασφαλή χρήση της τεχνητής νοημοσύνης.
- Με βάση την ασφάλεια των πληροφοριών την αξιοποίηση των αναδυόμενων τεχνολογιών όπως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), τις τρισδιάστατες εκτυπώσεις και τα συστήματα μη επανδρωμένων αεροσκαφών.
- Την ισχυροποίηση της κυβερνοασφάλειας για την προστασία του κράτους έναντι κυβερνοεπιθέσεων.

Βασικός σκοπός του Ν.4961/2022 είναι η δημιουργία ενιαίας εθνικής στρατηγικής για την ασφαλή και νόμιμη δημιουργία συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης για την ενσωμάτωση τους στον ιδιωτικό και δημόσιο τομέα επιπλέον βασική υποχρέωση αποτελεί η ενίσχυση της λογοδοσίας και της διαφάνειας κατά την ανάπτυξη και χρήση των συστημάτων ώστε να προστατεύονται τα δικαιώματα των ατόμων και να αποτρέπονται πιθανοί κίνδυνοι. Αναφορικά με την επεξεργασία προσωπικών δεδομένων από τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης ο συγκεκριμένος νόμος έχει συμπληρωματικό χαρακτήρα στις διατάξεις του Κανονισμού (ΕΕ) 2016/679 (ΓΚΠΔ) και από τον Ν.4624/2019.

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

- **Άρθρο 4 - Γενικές προϋποθέσεις για τη χρήση συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης**

Με βάση το άρθρο 4 οι φορείς του δημοσίου έχουν τη δυνατότητα να αξιοποιούν συστήματα τεχνητή νοημοσύνης κατά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων ή για την έκδοση πράξης με πιθανές συνέπειες στα δικαιώματα φυσικών και νομικών προσώπων, υπό τον όρο για να είναι νόμιμη η συγκεκριμένη λειτουργία θα πρέπει να παρέχει τις καταλληλά μέτρα για προστασία των προσωπικών δικαιωμάτων.

- **Άρθρο 5 - Αλγοριθμική Εκτίμηση Αντίκτυπου**

Η αλγοριθμική εκτίμηση αντίκτυπου που πραγματοποιείται από κάθε δημόσιο φορέα πριν την έναρξη τους συστήματος τεχνητή νοημοσύνης πραγματεύεται τα ακόλουθα:

- ο Το είδος των αποφάσεων και πράξεων που λαμβάνεται από το σύστημα τεχνητής νοημοσύνης.
- ο Τις κατηγορίες των δεδομένων που επεξεργάζονται από το σύστημα τεχνητής νοημοσύνης.
- ο Τους κινδύνους που συνοδεύουν τη χρήση των εν λόγω συστημάτων.
- ο Τον σκοπό που επιτελεί το σύστημα τεχνητή νοημοσύνης.
- ο Τα τεχνικά χαρακτηριστικά, τις δυνατότητες και τις παραμέτρους λειτουργίας του συστήματος τεχνητής νοημοσύνης.
- ο Το επικείμενο όφελος για το κοινωνικό σύνολο σε συνάρτηση όμως με τους κινδύνους που το συνοδεύουν.

- **Άρθρα 6, 7, 9 - Υποχρεώσεις για Δημόσιους Φορείς, Αναδόχους και Επιχειρήσεις Ιδιωτικού Τομέα**

Δημόσιοι Φορείς

Οι φορείς του δημοσίου που αξιοποιούν συστήματα τεχνητής νοημοσύνης, θα πρέπει σύμφωνα με τον ΓΚΠΔ να ενημερώνουν τα φυσικά πρόσωπα και παράλληλα σε κατανοητή και προσβάσιμη μορφή να παρέχουν τις ακόλουθες πληροφορίες στα άτομα:

- ο Τι είδους αποφάσεις θα λαμβάνει το σύστημα τεχνητής νοημοσύνης.
- ο Τι είδους πράξεις θα εκδίδει το σύστημα τεχνητής νοημοσύνης.
- ο Τον χρόνο κατά τον οποίο ξεκίνησε η έναρξη της λειτουργίας του συστήματος.
- ο Τα τεχνικά χαρακτηριστικά, τις δυνατότητες και τις παραμέτρους λειτουργίας του συστήματος τεχνητής νοημοσύνης.
- ο Την αξιολόγηση των πιθανών κινδύνων από συνοδεύουν την χρήση των εν λόγω συστημάτων.

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

Ιδιωτικοί Φορείς

Οι ιδιωτικοί φορείς που διαθέτουν συστήματα τεχνητής νοημοσύνης τα οποία έχουν επίδραση στη διαδικασία λήξης αποφάσεων σχετικά με υποψήφιους εργαζόμενους και εργαζόμενους του φορέα και έχουν αντίκτυπο στην πρόσληψη τους, στις συνθήκες εργασίας, την επιλογή και αξιολόγηση θα πρέπει να τους παρέχεται σαφής πληροφόρηση σχετικά με τις παραμέτρους για τη λήψη αποφάσεων πριν τη χρήση του συστήματος. Αποτέλεσμα αυτού είναι η καταπολέμηση των διακρίσεων μεταξύ εργαζόμενων και η ίση μεταχείριση τους.

- **Άρθρα 8, 10, 11, 12, 13, 14 – Τι Προβλέπεται**

Για την ασφαλή και νόμιμη ανάπτυξη των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης είναι απαραίτητη η ίδρυση οργάνων και η διάθρωση διαδικασιών. Ειδικότερα οι ιδιωτικοί και δημόσιοι φορείς έχουν την υποχρέωση να τηρούν μητρώο σχετικά με τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης που αξιοποιούν. Επιπλέον είναι απαραίτητη η δημιουργία Συντονιστική Επιτροπή για τον συντονισμό την εθνικής στρατηγικής για την τεχνητή νοημοσύνη η οποία έχει ως αρμοδιότητες τη λήψη αποφάσεων , τον σχεδιασμό δράσεων και λήψη διορθωτικών μέτρων με σκοπό την προστασία των δικαιωμάτων των ατόμων.

5 Νομικά Ζητήματα

Στην εποχή της ψηφιακής επανάστασης και της συνεχούς συλλογής, επεξεργασίας και χρήσης των προσωπικών δεδομένων οι προκλήσεις για την ασφάλεια, την ιδιωτικότητα και την προστασία των προσωπικών δεδομένων που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι σύγχρονες κοινωνίες παγκοσμίως είναι κρίσιμες. Οι τεχνολογικές εξελίξεις και αναδυόμενες τεχνολογίες έχουν οδηγήσει στην αναγκαιότητα ενημέρωσης του νομοθετικού πλαισίου και των κανονισμών για την προστασία των προσωπικών δεδομένων και του απόρρητου. Καθώς τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων αποτελούν μια εξελισσόμενη και ρευστή τεχνολογία η οποία χαρακτηρίζεται από πλήθος ετερογενών αισθητών και συλλογή ποικίλων δεδομένων η ανάγκη για την προστασία των ατόμων από το συνεχές σύστημα επιτήρησης και την παραβίαση της ιδιωτικής ζωής που τα χαρακτηρίζουν κρίνεται αναγκαία.

Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων, τίθενται σε λειτουργία πριν την ύπαρξη ενός πλήρους νομοθετικού πλαισίου, στο οποίο θα περιγράφεται ο τρόπος για τη νόμιμη λειτουργία τους, με αποτέλεσμα την παραβίαση των δικαιωμάτων των ατόμων. Η διαφάνεια των αλγορίθμων του οποίους χρησιμοποιούν και με τους οποίους εκπαιδεύονται τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων, η προστασία της ιδιωτικότητας και η πρόληψη της διαιώνισης διακρίσεων αποτελούν ορισμένα από τα καίρια ζητήματα τα οποία οφείλουν να επιλύσουν οι νομοθέτες.

5.1 Νομικά Ζητήματα Αυτοματοποιημένης Λήψης Αποφάσεων και Κατάρτισης Προφίλ

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Η ενσωμάτωση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων σε ολοένα και αυξανόμενους τομείς της καθημερινότητας των ατόμων προκαλεί διάφορα νομικά ζητήματα, καθώς συνοδεύεται από αυτοματοποιημένη λήψη αποφάσεων. Η παραβίαση της ιδιωτικότητας και του απόρρητου, η διαιώνιση προκαταλήψεων και διακρίσεων αποτελούν ορισμένα από τα κυριότερα μελανά σημεία που χαρακτηρίζουν την αυτοματοποιημένη λήψη αποφάσεων από τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων.

Η αυτοματοποιημένη λήψη αποφάσεων και η κατάρτιση προφίλ αποτελούν αλληλένδετες ενέργειες. Ειδικότερα αυτοματοποιημένες αποφάσεις μπορούν να λαμβάνονται με ή χωρίς την κατάρτιση προφίλ και η κατάρτιση προφίλ μπορεί να πραγματοποιείται χωρίς την λήψη αυτοματοποιημένων αποφάσεων [266]. Η λήψη αυτοματοποιημένων αποφάσεων συντελείται μέσω αλγορίθμου ή συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης [267]. Ο αλγόριθμος τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να λειτουργεί με δυο τρόπους είτε με πλήρως είτε με μερικώς αυτοματοποιημένες αποφάσεις και περιλαμβάνει τις διαδικασίες υπολογισμού, επεξεργασίας, αξιολόγησης δεδομένων και λήψης αποφάσεων [268]. Επιπλέον όπως είναι γνωστό η τεχνητή νοημοσύνη περιλαμβάνει μηχανική μάθηση και απαιτεί παραγωγή, συλλογή και επεξεργασία μεγάλης ποσότητας δεδομένων.

Η αυτοματοποιημένη λήψη αποφάσεων, συμπεριλαμβανομένης της κατάρτισης προφίλ, με βάση την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, μπορεί να επιδράσει σημαντικά τα δικαιώματα και τις ελευθερίες των ανθρώπων. Η διαδικασία κατά την οποία αξιολογούνται προσωπικές πτυχές ενός ατόμου με σκοπό την πραγματοποίηση προβλέψεων για αυτό ονομάζεται κατάρτιση

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

προφίλ ακόμα και αν δεν συνοδεύεται από τη λήψη κάποιας απόφασης. Τεχνολογικά μέσα τα οποία δεν δέχονται ανθρώπινη παρέμβαση και οδηγούν στη λήψη αποφάσεων συνοδεύονται από νομικά ζητήματα που αφορούν την προστασία των δικαιωμάτων των ανθρώπων. Ο ΓΚΠΔ ορίζει ότι κάθε άτομο έχει το δικαίωμα να μην υπόκειται σε απόφαση που έχει ληφθεί με βάση μόνο αυτοματοποιημένα μέσα, και στην περίπτωση που η απόφαση παράγει έννομα αποτελέσματα που αφορούν το άτομο ή τον επηρεάζουν κατά κάποιο τρόπο σε σημαντικό βαθμό [258].

Πιο συγκεκριμένα, το άρθρο 22 του ΓΚΠΔ ορίζει ότι κάθε άτομο έχει το δικαίωμα να μην υπόκειται σε απόφαση που λαμβάνεται αποκλειστικά βάσει αυτοματοποιημένης επεξεργασίας [269]. Επειδή τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων αποτελούν μια εξελισσόμενη καινοτόμα τεχνολογία που αξιοποιεί τους αλγόριθμους λήψης αποφάσεων και πλήθος ετερογενών αισθητήρων για τη συλλογή των πληροφοριών η παραβίαση της ιδιωτικότητας και του απορρήτου των ατόμων είναι φυσικό επακόλουθο. Η έλλειψη ενημέρωση των πολιτών όταν οι αισθητήρες συλλέγουν τα δεδομένα τους παραβιάζεται το δικαίωμα τους στην ενημέρωση (άρθρο 13, 14) του ΓΚΠΔ. Επιπρόσθετα, για να χαρακτηρίζεται νόμιμη η επεξεργασία των δεδομένων το υποκείμενο θα πρέπει να έχει δώσει την συγκατάθεση του (άρθρο 6), όμως στην πλειονότητα των περιπτώσεων τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων αναμένεται να συλλέγουν και να επεξεργάζονται τα δεδομένα του υποκειμένου, ακόμη και τα δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα χωρίς να έχει ζητηθεί προηγουμένως η συγκατάθεση από το υποκείμενο των δεδομένων. Παράλληλα, η διαρροή των δεδομένων των ατόμων και η εκμετάλλευσή τους για μη εξουσιοδοτημένη χρήση αποτελεί ένα υπαρκτό κίνδυνο που οδηγεί σε παραβίαση του απορρήτου των χρηστών.

Συνοψίζοντας, οι αλγόριθμοι λήψης αποφάσεων που είναι ενσωματωμένοι και τροφοδοτούν τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων και συνεπάγονται συλλογή και επεξεργασία προσωπικών δεδομένων, οφείλουν να τηρούν τις νομικές προδιαγραφές ώστε να εξασφαλιστεί η προστασία των προσωπικών δεδομένων. Με αυτόν τον τρόπο θα εξασφαλιστεί η τήρηση του εκάστοτε νομικού πλαισίου και η μείωση των παραβιάσεων και των ανησυχιών των ατόμων ότι τα προσωπικά τους δεδομένα συλλέγονται, επεξεργάζονται και διαμοιράζονται χωρίς έλεγχο.

5.2 Δεδομένα Συναισθημάτων και Νομοθεσία

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Στην αλληλεπίδραση και επικοινωνία μεταξύ ανθρώπων και στην κατανόηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς τα συναισθήματα αποτελούν το βασικό θεμέλιο [270]. Οι πληροφορίες οι οποίες αφορούν τα συναισθήματα και τη συναισθηματική κατάσταση ενός ατόμου ορίζονται ως συναισθηματικά δεδομένα (emotion data) [271]. Οι συγκεκριμένες πληροφορίες μπορούν να έχουν ποικίλες μορφές και να προέρχονται από διαφορετικές πηγές όπως αναλύεται και στην ενότητα [2.6 Τύποι Δεδομένων](#). Τα συναισθηματικά δεδομένα αξιοποιούνται από αρκετούς τομείς, όπως η εκπαίδευση, η υγεία, η ασφάλεια, ο έλεγχος των συνόρων και το μάρκετινγκ, καθώς αποκαλύπτουν τα συναισθήματα των ατόμων σε διαφορετικές καταστάσεις.

Η επεξεργασία συναισθηματικών δεδομένων προσφέρει στις μηχανές τη δυνατότητα να έχουν πρόσβαση σε δεδομένα σχετικά με τα συναισθήματα των ατόμων [272]. Επομένως,

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

κρίνεται αναγκαίο να τηρούνται τα ηθικά και νομικά πλαίσια από τα προαναφερθέντα συστήματα, καθώς εγείρονται αρκετές ανησυχίες αναφορικά με τη επεξεργασία των συναισθηματικών δεδομένων, τον κίνδυνο παραβίασης του απορρήτου τους και τον περιορισμό της ελευθερίας του λόγου και της αυτοέκφρασης. Επιπλέον, η προστασία προσωπικών δεδομένων by design και by default (άρθρο 25 ΓΚΠΔ) κατά τον σχεδιασμό και ανάπτυξη συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης οφείλεται να λαμβάνεται υπόψιν [273].

Λόγω της πολυπλοκότητας που διακατέχει τα ανθρώπινα συναισθήματα, η ανίχνευση τους και η κατανόηση τους είναι δύσκολη και μπορεί να έχει ως συνέπεια ασαφή αποτελέσματα, όπως στην περίπτωση των ανιχνευτών ψευδούς [274]. Επιπρόσθετα, η επεξεργασία συναισθηματικών δεδομένων από συστήματα τα οποία έχουν εκπαιδευτεί με δεδομένα τα οποία διακατέχονται από προκαταλήψεις και στερεότυπα έχει ως επακόλουθο τη διαιώνιση διακρίσεων σε βάρος συγκεκριμένης ομάδας της κοινωνίας όπως επίσης και την ψυχολογική, οικονομική ή και σωματική βλάβη για τα συγκεκριμένα άτομα και ομάδες.

Παράλληλα, η χειραγώγηση των ατόμων από τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων θέτει σε κίνδυνο την προσωπική τους αυτονομία και περιορίζει την ελκρινή έκφραση του χαρακτήρα τους. Αναλυτικότερα, όταν το άτομο γνωρίζει ότι βρίσκεται σε ένα συνεχές σύστημα επιτήρησης δρα διαφορετικά και είναι πιθανό οι αποφάσεις που λαμβάνει να μην το αντιπροσωπεύει [275]. Αρνητικές συνέπειες τόσο στη σωματική όσο και στην ψυχική υγεία των ατόμων είναι επίπτωση της χειραγώγησης των ατόμων με βάση τα συναισθήματα τους. Παράδειγμα αποτελεί το γεγονός ότι μέσω των κοινωνικών δικτύων και των αλγόριθμων εξατομίκευσης που διαθέτουν οι συγκεκριμένες πλατφόρμες οδήγησαν την 14χρονη Μόλι Ράσελ στον αυτοτραυματισμό και τελικά στην αυτοκτονία, καθώς μέσω της διαρκής προβολής περιεχομένου που αφορούσε τα δυο προαναφερθέντα ζητήματα η ψυχολογική της κατάσταση επηρεάστηκε αρνητικά και την οδήγησαν σε μια σοβαρή καταθλιπτική ασθένεια με αποτέλεσμα το θάνατο [276].

Στην περίπτωση του ελέγχου των συνόρων, συγκεκριμένες εθνικές μειονότητες ενδέχεται να βρεθούν σε δυσμενή θέση λόγω της επεξεργασίας συναισθηματικών δεδομένων. Όμως από την άλλη μεριά, στην περίπτωση επιβολής του νόμου και στο πλαίσιο των ανακρίσεων τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων συμβάλλουν στην εξάλειψη των περπτώσεων αυτοενοχοποίησης ενός ατόμου [271].

Όπως αναφέρεται και στο άρθρο 4 του ΓΚΠΔ ως προσωπικά δεδομένα ορίζονται οι πληροφορίες που οδηγούν άμεσα ή έμμεσα στην εξακρίβωση της ταυτότητας ενός ατόμου. Επομένως οι αρχές του ΓΚΠΔ για την επεξεργασία των προσωπικών δεδομένων ισχύουν μόνο για τα δεδομένα που ικανοποιούν την προαναφερθέντα συνθήκη, θέτοντας εκτός των ορίων του τα συναισθηματικά δεδομένα, μολονότι την ευαίσθητη φύση τους [277]. Επιπλέον, τα δεδομένα συναισθημάτων δεν προστατεύονται με βάση το άρθρο 9 του ΓΚΠΔ, το οποίο αφορά την επεξεργασία ειδικών κατηγοριών δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα, καθώς δεν ανήκουν στις συγκεκριμένες κατηγορίες που παρατίθενται στο άρθρο 9 [278]. Η επεξεργασία των ειδικών κατηγοριών δεδομένων μπορεί να πραγματοποιηθεί στην περίπτωση που ισχύει η παράγραφος 2 του άρθρου 9.

Όμως τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό των συναισθηματικών δεδομένων ενδέχεται να εμπίπτουν στην κατηγορία των ειδικών δεδομένων. Ειδικότερα,

όταν τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων συλλέγουν και επεξεργάζονται φυσιολογικά δεδομένα όπως ο καρδιακός ρυθμός, η αρτηριακή πίεση και η αγωγιμότητα του δέρματος, τα οποία συγκαταλέγονται στα δεδομένα υγείας τότε προστατεύονται ως ειδική κατηγορία προσωπικών δεδομένων με βάση το άρθρο 9 του ΓΚΠΔ [279].

Επιπλέον προκύπτουν ερωτήματα σχετικά με τη συμμόρφωση των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων με την αρχή της νομιμότητας κατά την επεξεργασία προσωπικών δεδομένων. Επειδή τα συγκεκριμένα συστήματα αποτελούν μια σχετικά νέα τεχνολογία η ακρίβεια τους τίθεται υπό αμφισβήτηση. Για παράδειγμα, στον τομέα του εργασιακού χώρου και ειδικότερα των προσλήψεων σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων το οποίο ανιχνεύει και αξιολογεί την συναισθηματική κατάσταση των υποψήφιων υπάλληλων ενδέχεται να οδηγήσει σε εσφαλμένα συμπεράσματα όταν δεν είναι ακριβές [280], [281].

Επιπλέον το υποκείμενο των δεδομένων στις περισσότερες περιπτώσεις δεν γνωρίζει πια συναισθήματα έχει αναγνωρίσει το σύστημα [271]. Ειδικότερα, τα δεδομένα για τα συναισθήματα προκύπτουν από επεξεργασία προσωπικών δεδομένων που έχει πραγματοποιηθεί από το σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων και ταυτόχρονα προϋποτίθενται σύνθετες ενέργειες για τον εντοπισμός των δεδομένων συναισθημάτων [271]. Επομένως, οι αρχές του άρθρου 13 του ΓΚΠΔ που ισχύουν όταν συλλέγονται προσωπικά δεδομένα από το υποκείμενο των δεδομένων δεν τίθενται σε χρήση.

Στο AI ACT στο άρθρο 52 παράγραφος 2 αναφέρεται ότι χρήστες των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων θα πρέπει να ενημερώνουν τα ενδιαφερόμενα άτομα σχετικά με τη λειτουργία του συστήματος. Επιπλέον η αιτιολογική σκέψη 70 ορίζει ότι όταν ένα φυσικό πρόσωπο εκτίθεται σε σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων θα πρέπει να ενημερώνεται. Παρατηρείται λοιπόν και από τα προαναφερθέντα ότι οι κατασκευαστές και χρήστες των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων είναι υποχρεωμένοι να ενημερώνουν τα φυσικά πρόσωπα όταν εκτίθενται στα συγκεκριμένα συστήματα όμως όχι για τα συναισθήματα που ανίχνευσε και αναγνώρισε το σύστημα. Επομένως, διακρίνεται κενό στη νομοθεσία καθώς δεν γνωστοποιείται στο υποκείμενο των δεδομένων τα συναισθήματα που αναγνώρισε το σύστημα.

Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων συγκαταλέγονται στα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης υψηλού κινδύνου με βάση το άρθρο 6 παράγραφος 2. Επιπλέον, το άρθρο 15 για την τεχνητή νοημοσύνη αναφέρει ότι τα συστήματα ΤΝ υψηλού κινδύνου θα πρέπει να σχεδιάζονται και αναπτύσσονται με βάση το κατάλληλο επίπεδο ακρίβειας (παράγραφος 1), να είναι ανθεκτικά σε σφάλματα και αστοχίες (παράγραφος 3) και προστατεύονται από πρόσβαση μη εξουσιοδοτημένων οντοτήτων (παράγραφος 4). Πιο συγκεκριμένα η ανάπτυξη και η χρήση των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων θα πρέπει να γίνεται με βάση αυστηρές απαιτήσεις ώστε να διασφαλίζεται η προστασία των ατόμων, της ελεύθερης βούλησής τους και της μη χειραγώγησης τους από τα συγκεκριμένα συστήματα. Η ακρίβεια και αξιοπιστία, η ανθρώπινη εποπτεία, υψηλή ποιότητα του συνόλου δεδομένων, η διεξοδική τεκμηρίωση, η λεπτομερής πληροφόρηση στους χρήστες αποτελούν ορισμένες βασικές απαιτήσεις που θα πρέπει να χαρακτηρίζουν τα συγκεκριμένα συστήματα. Όμως οι παραπάνω απαιτήσεις στην πλειονότητα των περιπτώσεων δεν λαμβάνονται υπόψη κατά τη δημιουργία των συστημάτων οδηγώντας σε αρκετές παραβιάσεις. Επιπλέον, η χρήση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων στους

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

ζωτικούς τομείς τη πρόσληψης εργαζομένων, του ελέγχου των συνόρων, στα εκπαιδευτικά ιδρύματα και στην επιβολή της δικαιοσύνης θεωρούνται υψηλού κινδύνου και οφείλουν να τηρούν τις προαναφερθέντες προδιαγραφές.

Εν κατακλείδι, η χρήση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων στους τομείς της επιβολής του νόμου, της διαχείρισης των συνόρων, του χώρου εργασίας και της εκπαίδευσης απαγορεύεται με βάση το άρθρο 5 παράγραφος 1. Για να είναι αποδεκτά από την κοινωνία και να συμβαδίζουν με τα κανονιστικά πλαίσια τα συγκεκριμένα συστήματα οφείλουν να ικανοποιούν συγκεκριμένες προδιαγραφές σχετικά με τη διαφάνεια, ακρίβεια, διαχείριση κινδύνου, διακυβέρνηση δεδομένων, ανθρώπινη εποπτεία και ειδική τεχνική τεκμηρίωση και τήρηση αρχείων (άρθρα 9-15).

5.3 Ανθρώπινα Δικαιώματα και Τεχνολογίες Αλγοριθμικής Επιτήρησης

Μορφοποίησης: Ελληνικά

Οι τεχνολογίες αλγοριθμικής επιτήρησης στη σύγχρονη κοινωνία βρίσκουν εφαρμογή σε πολλούς τομείς, όπως η δικαιοσύνη, η ασφάλεια, η ιατρική και η εκπαίδευση. Ωστόσο, η διείσδυση της αλγοριθμικής επιτήρησης σε τόσο κρίσιμους τομείς έχει συμβάλλει στη δημιουργία διακρίσεων και σε ανησυχίες σχετικά με τα ανθρώπινα δικαιώματα. Τα ανθρώπινα δικαιώματα τα οποία προστατεύονται από το διεθνές δίκαιο των ανθρωπίνων δικαιωμάτων τίθενται σε κίνδυνο από τις τεχνολογίες αλγοριθμικής αστυνόμευσης οι οποίες εγείρουν αρκετά νομικά ζητήματα.

Αρχικά το δικαίωμα στην ελεύθερη έκφραση το οποίο είναι ο πυρήνας των δημοκρατικών κοινωνιών και αποτελεί το δικαίωμα των ατόμων να εκφράζονται και να μεταδίδουν ή να λαμβάνουν πληροφορίες ή ιδέες χωρίς περιορισμούς. Το δικαίωμα στην ελεύθερη έκφραση προστατεύεται από τα άρθρα 11 και 12 του Χάρτη Θεμελιωδών Δικαιωμάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης [282]. Ωστόσο, παρά την σημαντικότητα της ελεύθερης έκφρασης στην ανάπτυξη, συνύπαρξη και διαβίωση των ατόμων οι αλγόριθμοι επιτήρησης και τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων αποτελούν απειλή για το συγκεκριμένο δικαίωμα. Ειδικότερα, η συνεχής καταγραφή και επιτήρηση των ατόμων οδηγεί σε περιορισμό της ελεύθερης έκφρασης τους και σε αλλαγή της συμπεριφοράς τους ώστε να συμβαδίζουν με συγκεκριμένα πρότυπα. Στην περίπτωση μειονοτήτων και μεροληπτικών αλγορίθμων η πιθανότητα δημιουργίας ανισοτήτων εντείνεται.

Επιπλέον οι αλγόριθμοι αστυνόμευσης θέτουν σε κίνδυνο το δικαίωμα στην ιδιωτικότητα λόγω της συνεχής συλλογής και επεξεργασίας προσωπικών δικαιωμάτων. Οι αποκάλυψη πτυχών της προσωπικής ζωής των ατόμων οδηγεί σε κινδύνους για την ασφάλεια και τη σωματική τους ακεραιότητα. Η ανεξέλεγκτη εξουσία που συνοδεύει τις συγκεκριμένες τεχνολογίες και η έλλειψη ανθρώπινης εποπτείας και κανονιστικών πλαισίων συμβάλλει ώστε τα άτομα να μην γνωρίζουν σε ποιες περιπτώσεις παρακολουθούνται και καταγράφονται τα δεδομένα τους.

Επομένως, η θέσπιση ορίων για τις τεχνολογίες αλγοριθμικής επιτήρησης είναι αναγκαία ώστε να προστατεύονται τα ανθρώπινα δικαιώματα και να εξασφαλίζεται η προστασία της ιδιωτικής ζωής, της ελεύθερης έκφρασης και της ισότητας όλων των ατόμων σε μια κοινωνία.

5.4 Εκπαίδευση Συστημάτων Αναγνώρισης Συναισθημάτων

Μορφοποίηση: Ελληνικά

Η εκπαίδευση του συστήματος αναγνώρισης συναισθημάτων θα πρέπει να γίνεται με βάσεις δεδομένων που διαθέτουν φωτογραφίες, βίντεο, και ηχητικές καταγραφές που χαρακτηρίζονται από υψηλή ακρίβεια ώστε να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα λανθασμένων αποτελεσμάτων. Τα δεδομένα της βάσης θα πρέπει να περιέχουν ισάριθμες πληροφορίες από άτομα με διαφορετικό χρώμα, φύλο, εθνικότητα, ηλικία και χαρακτηριστικά. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την εξάλειψη στερεότυπων από τη βάση δεδομένων και την υψηλή ακρίβεια και αξιοπιστία του αλγορίθμου ή συστήματος ΤΝ που θα εκπαιδευτεί με τα συγκεκριμένα δεδομένα. Στην περίπτωση που το η βάση δεδομένων δεν διαθέτει ισάριθμα δεδομένα και έχει μεγαλύτερο όγκο δεδομένων από μια κατηγορία τότε αν για παράδειγμα έχει καταγραφεί ότι το 80% των ατόμων με χρώμα δέρματος μελαμψό είναι επιρρεπή στην διάπραξη εγκλημάτων και το 20% των ατόμων με χρώμα δέρματος λευκό είναι επιρρεπή στην διάπραξη εγκλημάτων, τότε αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα το σύστημα να τείνει να αναγνωρίζει άτομα με μελαμψό χρώμα δέρματος ως επιρρεπή στην διάπραξη εγκλημάτων. Επομένως, η ποιότητα των δεδομένων που διαθέτει η βάση δεδομένων είναι σημαντική ώστε το σύστημα αναγνώρισης συναισθημάτων να λειτουργεί σωστά.

6 Ηθικά Ζητήματα

Η εισαγωγή συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων σε ποικίλους τομείς οδήγησε στην ανάγκη για διερεύνηση των ηθικών ζητημάτων που διέπουν την ανάπτυξη και χρήση τους. Θέματα σχετικά με το απόρρητο και την ιδιωτικότητα, τη μεροληψία, τη συγκατάθεση και τον αντίκτυπο στην κοινωνία αποτελούν ορισμένου παράγοντες που κρίνουν αναγκαία την εξισορρόπηση της ηθικής λογοδοσίας και της τεχνολογικής εξέλιξης [283].

Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων θα πρέπει να χαρακτηρίζονται από προστασία της ιδιωτικότητας των ανθρώπων και των δεδομένων. Για να αποκωδικοποιηθούν τα ανθρωπίνια συναισθήματα τα συγκεκριμένα συστήματα προβαίνουν σε συλλογή και επεξεργασία ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων, όπως οι εκφράσεις προσώπου, οι φωνητικοί τόνοι και οι φυσιολογικοί δείκτες [284]. Οι κατασκευαστές για να διασφαλίσουν την προστασία των δεδομένων και παράλληλα την επίγνωση των ατόμων σχετικά με τον τρόπο που αξιοποιούνται τα δεδομένα τους, θα πρέπει να ενσωματώσουν τα αναγκαία μέτρα ασφαλείας. Η γνώση της συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων, ο σκοπός αξιοποίησής τους και η ικανότητα να διαλέγουν αν θα συμμετέχουν ή όχι θα πρέπει να γνωστοποιούνται στους χρήστες.

Τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων ενδέχεται να οδηγήσουν σε λανθασμένα συμπεράσματα και διαιώνιση ανισοτήτων λόγω της ύπαρξης προκαταλήψεων στα δεδομένα εκπαίδευσης. Για να διασφαλίζεται η διαφάνεια και η δίκαιη λειτουργία των συγκεκριμένων συστημάτων κατά το στάδιο του σχεδιασμού και της εκπαίδευσης είναι επιτακτική η ανάγκη εντοπισμού και αποκατάστασης των προκαταλήψεων [285]. Επιπλέον, για να διασφαλιστεί η εμπιστοσύνη των χρηστών και των ενδιαφερόμενων οργανισμών / φορέων σε τέτοια συστήματα είναι αναγκαίο να παρέχονται επεξηγήσεις σχετικά με τους μηχανισμούς λειτουργίας των συστημάτων αλλά και τους παράγοντες που επηρεάζουν τις αξιολογήσεις τους [286].

Η δυνατότητα κατάχρησης των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων αποτελεί μια ακόμη ηθική ανησυχία. Καθώς, τα συγκεκριμένα συστήματα βρίσκονται σε εξελικτικό στάδιο λόγω της πολυπλοκότητας ανάλυσης και κατανόησης των ανθρωπίνων συναισθημάτων, ο κίνδυνος για εκμετάλλευση των συλλεγόμενων δεδομένων με σκοπό τη χειραγώγηση είναι υπαρκτός. Αναλυτικότερα, στον τομέα των πολιτικών εκστρατειών, της διαφήμισης και του μάρκετινγκ, στους οποίους το προβαλλόμενο περιεχόμενο προσαρμόζεται στις συναισθηματικές καταστάσεις των ατόμων, υπάρχει η πιθανότητα χειραγώγηση των συναισθημάτων των ανθρώπων για πολιτικούς ή εμπορικούς σκοπούς, χωρίς τη ρητή συγκατάθεσή τους [287]. Η διασφάλιση ισορροπίας μεταξύ της χρήσης της τεχνολογίας αναγνώρισης συναισθημάτων για ωφέλιμους σκοπούς και της αποτροπής της χειραγώγησης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τη δημιουργία κανονισμών και δεοντολογικών κριτηρίων ώστε να αποτραπεί η πιθανή βλάβη που ενδέχεται να προξενήσει η λανθασμένη αξιοποίηση των συναισθηματικών δεδομένων [288].

Για τη διασφάλιση της εμπιστευτικότητας, της ακεραιότητας και της διαθεσιμότητας των δεδομένων συναισθημάτων είναι σημαντικό να θεσπιστούν ισχυρά μέτρα ασφαλείας. Η διατήρηση της ευημερίας των ατόμων αλλά και η εμπιστοσύνης του στα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων προϋποθέτουν τη διασφάλιση ότι τα δεδομένα τους δεν

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

κινδυνεύουν από παραβίαση, μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση και κακόβουλη εκμετάλλευση.

Η προστασία των κοινωνικών αξιών, των δεδομένων συναισθημάτων και των ατομικών δικαιωμάτων προϋποθέτει τη συνεργασία των κατασκευαστών / προγραμματιστών, των υπευθύνων χάραξης πολιτικής και του κοινού. Καθώς η τεχνολογία αναγνώρισης συναισθημάτων συνεχώς εξελίσσεται η αξιοποίηση των πλεονεκτημάτων της οφείλει να γίνεται με παράλληλη προστασίας των δικαιωμάτων των ατόμων.

7 Συμπεράσματα

Η ενσωμάτωση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων συνοδεύεται από ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών σε ποικίλους τομείς. Στον τομέα της επιβολής του νόμου η αποτροπή εγκληματικών ενεργειών, η ταχύτερη διεξαγωγή ερευνών και η βελτίωση της ασφάλειας των πολιτών αποτελούν ορισμένα από τα οφέλη που προσφέρει η τεχνολογία αναγνώρισης συναισθημάτων. Στα πλαίσια του συνοριακού ελέγχου, η χρήση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων συμβάλλει στη διαχείριση των μεταναστευτικών ροών και τη βελτιστοποίηση της συνοριακής ασφάλειας μέσω της ενίσχυσης των πρωτοκόλλων ασφαλείας και της αποτελεσματικότητας των διαδικασιών αναγνώρισης. Στον εργασιακό χώρο τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων ενισχύουν την παραγωγικότητα και τη δημιουργία κλίματος ευημερίας, μέσω της κατανόησης των συναισθημάτων αναγκών των εργαζομένων. Στον εκπαιδευτικό τομέα η αξιοποίηση συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων βοηθάει στον εντοπισμό και την κατανόηση των αναγκών των μαθητών και επομένως την προσαρμογή της εκπαιδευτικής διαδικασίας στις ανάγκες τους.

Οι θετικές συνέπειες των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων, όπως η παροχή εξατομικευμένων υπηρεσιών και η βελτιωμένη εμπειρία των χρηστών, προϋποθέτουν λεπτομερή εξέταση των αρνητικών επιπτώσεων τους. Η ανάπτυξη και εφαρμογή των συστημάτων αναγνώρισης συναισθημάτων εγείρει νομικούς και ηθικούς προβληματισμούς. Ένα βασικό νομικό ζήτημα που δημιουργείται είναι αν τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων θα αντιμετωπίζονται ως εργαλεία ή αν θα πρέπει να αρχίσουν να έχουν αντίστοιχες υποχρεώσεις και κυρώσεις όπως οι άνθρωποι σε περίπτωση λανθασμένου αποτελέσματος; Επίσης στην περίπτωση λανθασμένου αποτελέσματος ποιος θα φέρει την ευθύνη για το λάθος του συστήματος; Η παραβίαση της ιδιωτικής ζωής και ο κίνδυνος κατάρχεισης των συλλεγόμενων δεδομένων και αποτελεσμάτων των συστημάτων από τρίτους αποτελούν βασικά ζητήματα τα οποία εμποδίζουν την εμπιστοσύνη των ατόμων στα συστήματα αναγνώρισης συστημάτων και την αποδοχή τους από το ευρύ κοινό.

Επιπρόσθετα, εκτός από την παραβίαση της ασφάλειας και της ιδιωτικότητας των ατόμων τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων διακατέχονται από πλήθος προκλήσεων. Βασική πρόκληση αποτελεί η μη ύπαρξη ακρίβειας με αποτέλεσμα να εξαγονται λανθασμένα αποτελέσματα τα οποία επιφέρουν κυρώσεις. Επιπλέον, η εκπαίδευση των αλγορίθμων και συστημάτων με σύνολα δεδομένων τα οποία διακατέχονται από προκαταλήψεις και στερεότυπα οδηγούν στην διαιώνιση ανισοτήτων σε βάρος συγκεκριμένων ατόμων και κοινωνικών ομάδων και στο στιγματισμό τους. Ακόμη, το αίσθημα ενός συνεχούς συστήματος επιτήρησης που συνοδεύει τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων αναμένεται να επιδράσει αρνητικά στον χαρακτήρα των ατόμων με αποτέλεσμα να χάσουν την ελευθέρια και τον αυθορμητισμό της έκφρασης τους.

Επομένως, η σωστή ισορροπία μεταξύ των νομικών ρυθμίσεων και της τεχνολογικής προόδου στον τομέα αναγνώρισης συναισθημάτων, είναι αναγκαία ώστε να διασφαλιστεί η ηθική και νομική χρήση των συστημάτων και η ασφάλεια και προστασία των ατόμων. Η ενδελεχής μελέτη των μέτρων προστασίας των προσωπικών δεδομένων, της διαφάνειας, της ασφάλειας και της συγκατάθεσης κατά τη συλλογή και χρήση των δεδομένων από τα συστήματα αναγνώρισης συναισθημάτων κρίνεται απαραίτητη. Η συνεχής εξέλιξη των συγκεκριμένων συστημάτων οφείλει να συνοδεύεται από εξέταση των δεοντολογικών

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

ζητημάτων ώστε να γίνουν αποδεκτά από το ευρύ κοινό και να επιφέρουν οφέλη στην κοινωνία μέσω της έννομης και ευσυνείδητης λειτουργίας τους.

8 Βιβλιογραφία

- [1] Cai, Yujian, Xingguang Li, and Jinsong Li. "Emotion Recognition Using Different Sensors, Emotion Models, Methods and Datasets: A Comprehensive Review." *Sensors* 23.5 (2023): 2455.
- [2] Jack, Rachael E., and Philippe G. Schyns. "The human face as a dynamic tool for social communication." *Current Biology* 25.14 (2015): R621-R634.
- [3] Poria, Soujanya, et al. "Fusing audio, visual and textual clues for sentiment analysis from multimodal content." *Neurocomputing* 174 (2016): 50-59.
- [4] Boyd, Karen L., and Nazanin Andalibi. "Automated emotion recognition in the workplace: How proposed technologies reveal potential futures of work." *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction* 7.CSCW1 (2023): 1-37.
- [5] Raj, Kiran S., and Priyanka Kumar. "Automated human emotion recognition and analysis using machine learning." 2021 12th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT). IEEE, 2021.
- [6] Devillers, Laurence, Laurence Vidrascu, and Lori Lamel. "Challenges in real-life emotion annotation and machine learning based detection." *Neural Networks* 18.4 (2005): 407-422.
- [7] Imani, Maryam, and Gholam Ali Montazer. "A survey of emotion recognition methods with emphasis on E-Learning environments." *Journal of Network and Computer Applications* 147 (2019): 102423.
- [8] Measuring Emotion Recognition Ability | SpringerLink
- [9] https://en.wikipedia.org/wiki/Emotion_recognition
- [10] Zhao, Sicheng, et al. "Emotion recognition from multiple modalities: Fundamentals and methodologies." *IEEE Signal Processing Magazine* 38.6 (2021): 59-73.
- [11] http://fra.europa.eu/sites/default/files/fra_uploads/fra-2019-facial-recognition-technology-focus-paper-1_en.pdf
- [12] Li, Lixiang, et al. "A review of face recognition technology." *IEEE access* 8 (2020): 139110-139120.
- [13] [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2021/698021/EPRS_IDA\(2021\)698021_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2021/698021/EPRS_IDA(2021)698021_EN.pdf)
- [14] https://en.wikipedia.org/wiki/Facial_recognition_system#cite_note-1
- [15] <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/facial-recognition>
- [16] https://edps.europa.eu/data-protection/our-work/publications/techdispatch/techdispatch-12021-facial-emotion-recognition_en
- [17] Wani, Taiba Majid, et al. "A comprehensive review of speech emotion recognition systems." *IEEE access* 9 (2021): 47795-47814.

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

- [18] Madanian, Samaneh, et al. "Speech emotion recognition using machine learning—A systematic review." *Intelligent systems with applications* (2023): 200266.
- [19] Ekman, Paul. "Facial expressions." *Handbook of cognition and emotion* 16.301 (1999): e320.
- [20] O'Sullivan, Maureen, Paul Ekman, and G. Geher. "Facial expression recognition and emotional intelligence." *Face recognition: New research* (2008): 25-40.
- [21] Ekman, Paul. "Universal facial expressions in emotion." *Studia Psychologica* 15.2 (1973): 140-147.
- [22] Ekman, Paul. "Basic emotions." *Handbook of cognition and emotion* 98.45-60 (1999): 16.
- [23] Ekman, Paul. "Are there basic emotions?." (1992): 550.
- [24] <https://www.paulekman.com/universal-emotions/>.
- [25] Elfенbein, Hillary Anger, and Nalini Ambady. "On the universality and cultural specificity of emotion recognition: a meta-analysis." *Psychological bulletin* 128.2 (2002): 203.
- [26] Kołakowska, Agata, Wioleta Szwoch, and Mariusz Szwoch. "A review of emotion recognition methods based on data acquired via smartphone sensors." *Sensors* 20.21 (2020): 6367.
- [27] Dzedzickis, Andrius, Artūras Kaklauskas, and Vytautas Bucinskas. "Human emotion recognition: Review of sensors and methods." *Sensors* 20.3 (2020): 592.
- [28] Torres, Alex D., et al. "Patient facial emotion recognition and sentiment analysis using secure cloud with hardware acceleration." *Computational Intelligence for Multimedia Big Data on the Cloud with Engineering Applications*. Academic Press, 2018. 61-89.
- [29] Pal, Shantanu, Subhas Mukhopadhyay, and Nagender Suryadevara. "Development and progress in sensors and technologies for human emotion recognition." *Sensors* 21.16 (2021): 5554.
- [30] Jiang, Yingying, et al. "A snapshot research and implementation of multimodal information fusion for data-driven emotion recognition." *Information Fusion* 53 (2020): 209-221.
- [31] Wang, Yao, et al. "Fast black box attack of face recognition system based on metaheuristic simulated annealing." *Eighth International Symposium on Advances in Electrical, Electronics, and Computer Engineering (ISAECE 2023)*. Vol. 12704. SPIE, 2023.
- [32] Imani, Maryam, and Gholam Ali Montazer. "A survey of emotion recognition methods with emphasis on E-Learning environments." *Journal of Network and Computer Applications* 147 (2019): 102423.
- [33] Wang, Weiyi, Valentin Enescu, and Hichem Sahli. "Adaptive real-time emotion recognition from body movements." *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems (TiiS)* 5.4 (2015): 1-21.

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

- [34] Li, Stan Z., et al. "Facial expression analysis." *Handbook of face recognition* (2005): 247-275.
- [35] Du, Yu, Rubén González Crespo, and Oscar Sanjuán Martínez. "Human emotion recognition for enhanced performance evaluation in e-learning." *Progress in Artificial Intelligence* 12.2 (2023): 199-211.
- [36] Kalyta, Oleg, et al. "Facial Emotion Recognition for Photo and Video Surveillance Based on Machine Learning and Visual Analytics." *Applied Sciences* 13.17 (2023): 9890.
- [37] Khan, Amjad Rehman. "Facial emotion recognition using conventional machine learning and deep learning methods: current achievements, analysis and remaining challenges." *Information* 13.6 (2022): 268.
- [38] Mehta, Dhvani, Mohammad Faridul Haque Siddiqui, and Ahmad Y. Javaid. "Facial emotion recognition: A survey and real-world user experiences in mixed reality." *Sensors* 18.2 (2018): 416.
- [39] Sajjad, Muhammad, et al. "Facial appearance and texture feature-based robust facial expression recognition framework for sentiment knowledge discovery." *Cluster Computing* 21 (2018): 549-567.
- [40] Yadav, Satya Prakash, et al. "Survey on machine learning in speech emotion recognition and vision systems using a recurrent neural network (RNN)." *Archives of Computational Methods in Engineering* 29.3 (2022): 1753-1770.
- [41] Alom, Md Zahangir, et al. "The history began from alexnet: A comprehensive survey on deep learning approaches." *arXiv preprint arXiv:1803.01164* (2018).
- [42] Summaira, Jabeen, et al. "Recent advances and trends in multimodal deep learning: a review." *arXiv preprint arXiv:2105.11087* (2021).
- [43] Zhao, Rui. "Machine learning for facial-expression recognition." (2022).
- [44] Hossain, Sanoar, et al. "A unified framework of deep learning-based facial expression recognition system for diversified applications." *Applied Sciences* 11.19 (2021): 9174.
- [45] Karnati, Mohan, et al. "Understanding deep learning techniques for recognition of human emotions using facial expressions: a comprehensive survey." *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* (2023).
- [46] Abdullah, Sharmeen M. Saleem, and Adnan Mohsin Abdulazeez. "Facial expression recognition based on deep learning convolution neural network: A review." *Journal of Soft Computing and Data Mining* 2.1 (2021): 53-65.
- [47] Borgalli, Rohan Appasaheb, and Sunil Surve. "Deep learning framework for facial emotion recognition using cnn architectures." *2022 International Conference on Electronics and Renewable Systems (ICEARS)*. IEEE, 2022.
- [48] Zhang, Shiqing, et al. "Deep learning-based multimodal emotion recognition from audio, visual, and text modalities: A systematic review of recent advancements and future prospects." *Expert Systems with Applications* (2023): 121692.

- [49] Shan, Ke, et al. "Automatic facial expression recognition based on a deep convolutional-neural-network structure." 2017 IEEE 15th International Conference on Software Engineering Research, Management and Applications (SERA). IEEE, 2017.
- [50] Pranav, E., et al. "Facial emotion recognition using deep convolutional neural network." 2020 6th International conference on advanced computing and communication Systems (ICACCS). IEEE, 2020.
- [51] Zhu, Dimin, et al. "Facial emotion recognition using a novel fusion of convolutional neural network and local binary pattern in crime investigation." Computational Intelligence and Neuroscience 2022 (2022).
- [52] Fan, Yin, et al. "Video-based emotion recognition using CNN-RNN and C3D hybrid networks." Proceedings of the 18th ACM international conference on multimodal interaction. 2016.
- [53] Ebrahimi Kahou, Samira, et al. "Recurrent neural networks for emotion recognition in video." Proceedings of the 2015 ACM on international conference on multimodal interaction. 2015.
- [54] Deng, Liwei, Qian Wang, and Ding Yuan. "Dynamic facial expression recognition based on deep learning." 2019 14th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE). IEEE, 2019.
- [55] Zhang, Tong, et al. "Spatial-temporal recurrent neural network for emotion recognition." IEEE transactions on cybernetics 49.3 (2018): 839-847.
- [56] Borgalli, Mr Rohan Appasaheb, and Sunil Surve. "Deep learning for facial emotion recognition using custom CNN architecture." Journal of Physics: Conference Series. Vol. 2236. No. 1. IOP Publishing, 2022.
- [57] Akhand, M. A. H., et al. "Facial emotion recognition using transfer learning in the deep CNN." Electronics 10.9 (2021): 1036.
- [58] Mehendale, Ninad. "Facial emotion recognition using convolutional neural networks (FERC)." SN Applied Sciences 2.3 (2020): 446.
- [59] Burkert, Peter, et al. "Dexpression: Deep convolutional neural network for expression recognition." arXiv preprint arXiv:1509.05371 (2015).
- [60] Pranav, E., et al. "Facial emotion recognition using deep convolutional neural network." 2020 6th International conference on advanced computing and communication Systems (ICACCS). IEEE, 2020.
- [61] Zhang, Tong, et al. "A deep neural network-driven feature learning method for multi-view facial expression recognition." IEEE Transactions on Multimedia 18.12 (2016): 2528-2536.
- [62] Chen, J. X., et al. "Accurate EEG-based emotion recognition on combined features using deep convolutional neural networks." IEEE Access 7 (2019): 44317-44328.

- [63] Mollahosseini, Ali, David Chan, and Mohammad H. Mahoor. "Going deeper in facial expression recognition using deep neural networks." 2016 IEEE Winter conference on applications of computer vision (WACV). IEEE, 2016.
- [64] Hossain, Sanoar, et al. "Fine-grained image analysis for facial expression recognition using deep convolutional neural networks with bilinear pooling." Applied Soft Computing 134 (2023): 109997.
- [65] Maggiori, Emmanuel, et al. "Fully convolutional neural networks for remote sensing image classification." 2016 IEEE international geoscience and remote sensing symposium (IGARSS). IEEE, 2016.
- [66] Wöllmer, Martin, et al. "LSTM-modeling of continuous emotions in an audiovisual affect recognition framework." Image and Vision Computing 31.2 (2013): 153-163.
- [67] Kabir, Md Mohsin, et al. "Facial expression recognition using CNN-LSTM approach." 2021 International Conference on Science & Contemporary Technologies (ICSCT). IEEE, 2021.
- [68] Rajan, Saranya, et al. "Novel deep learning model for facial expression recognition based on maximum boosted CNN and LSTM." IET Image Processing 14.7 (2020): 1373-1381.
- [69] Ko, Byoung Chul. "A brief review of facial emotion recognition based on visual information." sensors 18.2 (2018): 401.
- [70] Kim, Jun-Hwa, and Chee Sun Won. "Emotion Enhancement for Facial Images Using GAN." 2020 IEEE International Conference on Consumer Electronics-Asia (ICCE-Asia). IEEE, 2020.
- [71] Dharanya, V., Alex Noel Joseph Raj, and Varun P. Gopi. "Facial Expression Recognition through person-wise regeneration of expressions using Auxiliary Classifier Generative Adversarial Network (AC-GAN) based model." Journal of Visual Communication and Image Representation 77 (2021): 103110.
- [72] Lucey, Patrick, et al. "The extended cohn-kanade dataset (ck+): A complete dataset for action unit and emotion-specified expression." 2010 IEEE computer society conference on computer vision and pattern recognition-workshops. IEEE, 2010.
- [73] Shinde, Spurti, and Sachin Pande. "A survey on: Emotion recognition with respect to database and various recognition techniques." International Journal of Computer Applications 58.3 (2012): 9-12.
- [74] Coelho, Beatriz Peneda. "Study on recognition of facial expressions of affect." (2019).
- [75] Lawrence, Steven, Taif Anjum, and Amir Shabani. "Improved deep convolutional neural network with age augmentation for facial emotion recognition in social companion robotics." Journal of Computational Vision and Imaging Systems 6.1 (2020): 1-5.
- [76] Laiadi, Mohamed El Amine. "AUTOMATIC FACIAL EXPRESSION CLASSIFICATION WITH CNN."
- [77] <https://paperswithcode.com/dataset/ck>

Μορφοποίησης: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

Μορφοποίησης: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

Μορφοποίησης: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

- [78] Thomas, Ashin Marin, and Myoungsoon Jeon. "Comparative Analysis of Facial Affect Detection Algorithms." 2020 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC). IEEE, 2020.
- [79] Zhi, Ruicong, Mengyi Liu, and Dezheng Zhang. "A comprehensive survey on automatic facial action unit analysis." *The Visual Computer* 36 (2020): 1067-1093.
- [80] Valstar, Michel, and Maja Pantic. "Induced disgust, happiness and surprise: an addition to the mmi facial expression database." *Proc. 3rd Intern. Workshop on EMOTION (satellite of LREC): Corpora for Research on Emotion and Affect*. Vol. 10. 2010.
- [81] Poursaberi, Ahmad, et al. "Gauss-Laguerre wavelet textural feature fusion with geometrical information for facial expression identification." *EURASIP Journal on Image and Video Processing* 2012 (2012): 1-13.
- [82] Valstar, Michel F., and Maja Pantic. "Fully automatic recognition of the temporal phases of facial actions." *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)* 42.1 (2011): 28-43.
- [83] Shanthi, P., and S. Nickolas. "An efficient automatic facial expression recognition using local neighborhood feature fusion." *Multimedia Tools and Applications* 80 (2021): 10187-10212.
- [84] Pantic, Maja, and Ioannis Patras. "Dynamics of facial expression: recognition of facial actions and their temporal segments from face profile image sequences." *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)* 36.2 (2006): 433-449.
- [85] <https://mmifacedb.eu/>
- [86] Zhao, Xi. 3D face analysis: landmarking, expression recognition and beyond. Diss. Ecole Centrale de Lyon, 2010.
- [87] Savran, Arman, Bülent Sankur, and M. Taha Bilge. "Comparative evaluation of 3D vs. 2D modality for automatic detection of facial action units." *Pattern recognition* 45.2 (2012): 767-782.
- [88] Barbosa, Rui Filipe de Arvins. Accuracy Analysis of Region-Based 2D and 3D Face Recognition-Comparasion of Nasal and Mask-Wearing Ocular Regions. MS thesis. 2020.
- [89] Savran, Arman, et al. "Bosphorus database for 3D face analysis." *Biometrics and Identity Management: First European Workshop, BIOID 2008, Roskilde, Denmark, May 7-9, 2008. Revised Selected Papers 1*. Springer Berlin Heidelberg, 2008.
- [90] Jiang, Yajie, and Qiuqi Ruan. "Multi-feature tensor neighborhood preserving embedding for 3D facial expression recognition." *IEEE Access* 9 (2021): 106303-106316.
- [91] Papaioannou, Athanasios, et al. "Mimicme: A large scale diverse 4d database for facial expression analysis." *European Conference on Computer Vision*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2022.
- [92] Alyüz, Neşe, et al. "3D face recognition benchmarks on the bosporus database with focus on facial expressions." *Biometrics and Identity Management: First European*

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

Workshop, BIOID 2008, Roskilde, Denmark, May 7-9, 2008. Revised Selected Papers 1. Springer Berlin Heidelberg, 2008.

[93] Goeleven, Ellen, et al. "The Karolinska directed emotional faces: a validation study." *Cognition and emotion* 22.6 (2008): 1094-1118.

[94] <https://kdef.se/>

[95] Faria, Diego Resende, Mario Vieira, and Fernanda CC Faria. "Towards the development of affective facial expression recognition for human-robot interaction." *Proceedings of the 10th international conference on pervasive technologies related to assistive environments*. 2017.

[96] Hepsomali, Pırl. The role of symmetry and facial expressions of emotions in evaluation of attractiveness and perceived symmetry: an eye tracking study. MS thesis. Middle East Technical University, 2013.

[97] <https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2F27732-000>

[98] Mancini, Giacomo, et al. "Recognition of facial emotional expressions among italian pre-adolescents, and their affective reactions." *Frontiers in psychology* 9 (2018): 1303.

[99] Calvo, Manuel G., and Lauri Nummenmaa. "Detection of emotional faces: salient physical features guide effective visual search." *Journal of Experimental Psychology: General* 137.3 (2008): 471.

[100] Tivatansakul, Somchanok, et al. "Emotional healthcare system: Emotion detection by facial expressions using Japanese database." *2014 6th computer science and electronic engineering conference (CEECE)*. IEEE, 2014.

[101] Boughanem, Hadjer, Haythem Ghazouani, and Walid Barhoumi. "Multichannel convolutional neural network for human emotion recognition from in-the-wild facial expressions." *The Visual Computer* 39.11 (2023): 5693-5718.

[102] Maithri, M., et al. "Automated emotion recognition: Current trends and future perspectives." *Computer methods and programs in biomedicine* 215 (2022): 106646.

[103] Akçay, Mehmet Berkehan, and Kaya Oğuz. "Speech emotion recognition: Emotional models, databases, features, preprocessing methods, supporting modalities, and classifiers." *Speech Communication* 116 (2020): 56-76.

[104] Ververidis, Dimitrios, and Constantine Kotropoulos. "Emotional speech recognition: Resources, features, and methods." *Speech communication* 48.9 (2006): 1162-1181.

[105] Nwe, Tin Lay, Say Wei Foo, and Liyanage C. De Silva. "Speech emotion recognition using hidden Markov models." *Speech communication* 41.4 (2003): 603-623.

[106] Khalil, Ruhul Amin, et al. "Speech emotion recognition using deep learning techniques: A review." *IEEE Access* 7 (2019): 117327-117345.

[107] Jahangir, Rashid, et al. "Deep learning approaches for speech emotion recognition: State of the art and research challenges." *Multimedia Tools and Applications* (2021): 1-68.

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

- [108] Farooq, Misbah, et al. "Impact of feature selection algorithm on speech emotion recognition using deep convolutional neural network." *Sensors* 20.21 (2020): 6008.
- [109] Koduru, Anusha, Hima Bindu Valiveti, and Anil Kumar Budati. "Feature extraction algorithms to improve the speech emotion recognition rate." *International Journal of Speech Technology* 23.1 (2020): 45-55.
- [110] Ghogh, Benyamin, and Ali Ghodsi. "Recurrent Neural Networks and Long Short-Term Memory Networks: Tutorial and Survey." *arXiv preprint arXiv:2304.11461* (2023).
- [111] Marasek, K. "Deep belief neural networks and bidirectional long-short term memory hybrid for speech recognition." *Archives of Acoustics* 40.2 (2015): 191-195.
- [112] Anagnostopoulos, Christos-Nikolaos, and Theodoros Iliou. "Towards emotion recognition from speech: definition, problems and the materials of research." *Semantics in Adaptive and Personalized Services: Methods, Tools and Applications* (2010): 127-143.
- [113] Alam Monisha, Syeda Tamanna, and Sadia Sultana. "A Review of the Advancement in Speech Emotion Recognition for Indo-Aryan and Dravidian Languages." *Advances in Human-Computer Interaction 2022* (2022).
- [114] https://www.researchgate.net/publication/319535635_Extraction_of_Emotions_from_Speech-A_Survey.
- [115] Ayvaz, Uğur, Hüseyin Gürüler, and Mehmet Osman Devrim. "Use of facial emotion recognition in e-learning systems." (2017).
- [116] Samal, Ashok, and Prasana A. Iyengar. "Automatic recognition and analysis of human faces and facial expressions: A survey." *Pattern recognition* 25.1 (1992): 65-77.
- [117] Rahdari, Farhad, Esmat Rashedi, and Mahdi Eftekhari. "A multimodal emotion recognition system using facial landmark analysis." *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Electrical Engineering* 43 (2019): 171-189.
- [118] Dargan, Shaveta, and Munish Kumar. "A comprehensive survey on the biometric recognition systems based on physiological and behavioral modalities." *Expert Systems with Applications* 143 (2020): 113114.
- [119] Shaheed, Kashif, et al. "A systematic review on physiological-based biometric recognition systems: current and future trends." *Archives of Computational Methods in Engineering* (2021): 1-44.
- [120] Busso, Carlos, et al. "Analysis of emotion recognition using facial expressions, speech and multimodal information." *Proceedings of the 6th international conference on Multimodal interfaces*. 2004.
- [121] Ramakrishnan, Srinivasan, and Ibrahim MM El Emary. "Speech emotion recognition approaches in human computer interaction." *Telecommunication Systems* 52 (2013): 1467-1478.
- [122] Wioleta, Szwoch. "Using physiological signals for emotion recognition." *2013 6th international conference on human system interactions (HSI)*. IEEE, 2013.

Μορφοποίηση: Χωρίς υπογράμμιση

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

- [123] Ayata, Değer, Yusuf Yaslan, and Mustafa E. Kamasak. "Emotion recognition from multimodal physiological signals for emotion aware healthcare systems." *Journal of Medical and Biological Engineering* 40 (2020): 149-157.
- [124] Soleymani, Mohammad, Maja Pantic, and Thierry Pun. "Multimodal emotion recognition in response to videos." *IEEE transactions on affective computing* 3.2 (2011): 211-223.
- [125] Imani, Maryam, and Gholam Ali Montazer. "A survey of emotion recognition methods with emphasis on E-Learning environments." *Journal of Network and Computer Applications* 147 (2019): 102423.
- [126] Andalibi, Nazanin, and Justin Buss. "The human in emotion recognition on social media: Attitudes, outcomes, risks." *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 2020.
- [127] Kaushal, Vishal, and Manasi Patwardhan. "Emerging trends in personality identification using online social networks—a literature survey." *ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data (TKDD)* 12.2 (2018): 1-30.
- [128] Elfenbein, Hillary Anger, and Nalini Ambady. "On the universality and cultural specificity of emotion recognition: a meta-analysis." *Psychological bulletin* 128.2 (2002): 203.
- [129] Barrett, Lisa Feldman, et al. "Emotional expressions reconsidered: Challenges to inferring emotion from human facial movements." *Psychological science in the public interest* 20.1 (2019): 1-68.
- [130] Adibi, Peyman, et al. "Emotion recognition support system: Where physicians and psychiatrists meet linguists and data engineers." *World Journal of Psychiatry* 13.1 (2023): 1.
- [131] Dhuheir, Marwan, et al. "Emotion recognition for healthcare surveillance systems using neural networks: A survey." *2021 International Wireless Communications and Mobile Computing (IWCMC)*. IEEE, 2021.
- [132] Schwartz, Hansen, et al. "Characterizing geographic variation in well-being using tweets." *Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media*. Vol. 7. No. 1. 2013.
- [133] Khalid, Nazish, et al. "Privacy-preserving artificial intelligence in healthcare: Techniques and applications." *Computers in Biology and Medicine* (2023): 106848.
- [134] Prentice, Catherine, and Mai Nguyen. "Engaging and retaining customers with AI and employee service." *Journal of Retailing and Consumer Services* 56 (2020): 102186.
- [135] Roy, Gourav, Varsha Jain, and Parth Salunke. "Data processing and AI-technology integration for personalized services." *Artificial Intelligence in Customer Service: The Next Frontier for Personalized Engagement*. Cham: Springer International Publishing, 2023. 205-228.
- [136] Hossain, M. Shamim, and Ghulam Muhammad. "An emotion recognition system for mobile applications." *IEEE Access* 5 (2017): 2281-2287.

- [137] Tucker, Michelle K., Nerina L. Jimmieson, and Prashant Bordia. "Employees' perceptions of their own and their supervisor's emotion recognition skills moderate emotional demands on psychological strain." *Stress and Health* 36.2 (2020): 191-202.
- [138] Boyd, Karen L., and Nazanin Andalibi. "Automated emotion recognition in the workplace: How proposed technologies reveal potential futures of work." *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction* 7.CSCW1 (2023): 1-37.
- [139] Roemmich, Kat, Florian Schaub, and Nazanin Andalibi. "Emotion AI at Work: Implications for Workplace Surveillance, Emotional Labor, and Emotional Privacy." *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 2023.
- [140] Pourmirzaei, Mahdi, Gholam Ali Montazer, and Ebrahim Mousavi. "ATTENDEE: an Affective Tutoring system based on facial Emotion recognition and head pose Estimation to personalize e-learning environment." *Journal of Computers in Education* (2023): 1-28.
- [141] Jumaat, Nurul Farhana, and Nur Syafiqah Ahmad Termidi. "Assessments of Student's Emotions and Their Relevance in Online Learning." *Asean Journal of Engineering Education* 6.2 (2022): 6-10.
- [142] Huang, Lan. "Ethics of artificial intelligence in education: Student privacy and data protection." *Science Insights Education Frontiers* 16.2 (2023): 2577-2587.
- [143] Latif, Siddique, et al. "Ai-based emotion recognition: Promise, peril, and prescriptions for prosocial path." *arXiv preprint arXiv:2211.07290* (2022).
- [144] Guntuku, Sharath Chandra, et al. "Studying expressions of loneliness in individuals using twitter: an observational study." *BMJ open* 9.11 (2019).
- [145] Villani, Daniela, et al. "Videogames for emotion regulation: a systematic review." *Games for health journal* 7.2 (2018): 85-99.
- [146] Biljanovic, Petar, et al. "2016 39 th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)." (2016).
- [147] Chen, Chih-Ming, and Hui-Ping Wang. "Using emotion recognition technology to assess the effects of different multimedia materials on learning emotion and performance." *Library & Information Science Research* 33.3 (2011): 244-255.
- [148] Eyben, Florian, et al. "Emotion on the road: necessity, acceptance, and feasibility of affective computing in the car." *Advances in human-computer interaction 2010* (2010): 1-17.
- [149] Hernandez, Javier, et al. "Guidelines for assessing and minimizing risks of emotion recognition applications." *2021 9th International conference on affective computing and intelligent interaction (ACII)*. IEEE, 2021.
- [150] Cowie, Roddy, et al. "Emotion recognition in human-computer interaction." *IEEE Signal processing magazine* 18.1 (2001): 32-80.
- [151] Hussain, Syed Shahbaz, Christian Peter, and Gerald Bieber. "Emotion Recognition on the Go: Providing personalized services based on emotional states." *Proc. Mobile HCI 2009* (2009): 1-4.

- [152] Zhu, Chaoyang. "Research on Emotion Recognition-Based Smart Assistant System: Emotional Intelligence and Personalized Services." *Journal of System and Management Sciences* 13.5 (2023): 227-242.
- [153] Kolenik, Tine. "Methods in digital mental health: smartphone-based assessment and intervention for stress, anxiety, and depression." *Integrating Artificial Intelligence and IoT for Advanced Health Informatics: AI in the Healthcare Sector*. Cham: Springer International Publishing, 2022. 105-128.
- [154] Ooi, Jonathan Shi Khai, et al. "A conceptual emotion recognition framework: stress and anger analysis for car accidents." *International journal of vehicle safety* 9.3 (2017): 181-195.
- [155] Katsis, Christos D., et al. "Emotion recognition in car industry." *Emotion Recognition: A Pattern Analysis Approach* (2015): 515-544.
- [156] Al Nahian, M. Jaber, et al. "Towards artificial intelligence driven emotion aware fall monitoring framework suitable for elderly people with neurological disorder." *International conference on brain informatics*. Cham: Springer International Publishing, 2020.
- [157] Kim, Kyung Hwan, Seok Won Bang, and Sang Ryong Kim. "Emotion recognition system using short-term monitoring of physiological signals." *Medical and biological engineering and computing* 42 (2004): 419-427.
- [158] Bulut Özek, Müzeyyen. "The effects of merging student emotion recognition with learning management systems on learners' motivation and academic achievements." *Computer applications in engineering education* 26.5 (2018): 1862-1872.
- [159] Llurba, Cèlia, Gabriela Fretes, and Ramon Palau. "Pilot study of real-time Emotional Recognition technology for Secondary school students." *IxD&A* 52 (2022): 61-80.
- [160] Del Prete, Marzia. "Emotional artificial intelligence: detecting and managing customer emotions in automated customer service." (2021).
- [161] Lewinski, Peter, Jan Trzaskowski, and Joasia Luzak. "Face and emotion recognition on commercial property under EU data protection law." *Psychology & Marketing* 33.9 (2016): 729-746.
- [162] Barlas, Pinar, et al. "To see is to stereotype: Image tagging algorithms, gender recognition, and the accuracy-fairness trade-off." *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction* 4.CSCW3 (2021): 1-31.
- [163] Fenske, Sabrina, et al. "Emotion recognition in borderline personality disorder: effects of emotional information on negative bias." *Borderline personality disorder and emotion dysregulation* 2 (2015): 1-12.
- [164] Jaiswal, Mimansa, and Emily Mower Provost. "Privacy enhanced multimodal neural representations for emotion recognition." *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*. Vol. 34. No. 05. 2020.
- [165] Porter, Stephen, and Leanne Ten Brinke. "Reading between the lies: Identifying concealed and falsified emotions in universal facial expressions." *Psychological science* 19.5 (2008): 508-514.

- [166] Cambria, Erik, et al. "Affective computing and sentiment analysis." A practical guide to sentiment analysis (2017): 1-10.
- [167] Katirai, Amelia. "Ethical considerations in emotion recognition technologies: a review of the literature." AI and Ethics (2023): 1-22.
- [168] Sajjad, Muhammad, et al. "Raspberry Pi assisted facial expression recognition framework for smart security in law-enforcement services." Information Sciences 479 (2019): 416-431.
- [169] Salunke, Vibha V., and C. G. Patil. "A new approach for automatic face emotion recognition and classification based on deep networks." 2017 International Conference on Computing, Communication, Control and Automation (ICCUBEA). IEEE, 2017.
- [170] Bullington, Joseph. "'Affective' computing and emotion recognition systems: the future of biometric surveillance?." Proceedings of the 2nd annual conference on Information security curriculum development. 2005.
- [171] Price, Jeffrey, and Jeffrey Forrest. Practical aviation security: predicting and preventing future threats. Butterworth-Heinemann, 2016.
- [172] Tabares, Diego Alonso. "An airport operations proposal for a pandemic-free air travel." Journal of Air Transport Management 90 (2021): 101943.
- [173] Ismail, Nurulhuda, and Mas Idayu Md Sabri. "Mobile to server face recognition: a proposed system for social situations in Malaysia." Proceedings of the 8th WSEAS International Conference on Computational intelligence, manmachine systems and cybernetics. 2009.
- [174] Veltmeijer, Emmeke A., Charlotte Gerritsen, and Koen V. Hindriks. "Automatic emotion recognition for groups: a review." IEEE Transactions on Affective Computing 14.1 (2021): 89-107.
- [175] Wright, James. "Suspect AI: Vibraimage, emotion recognition technology and algorithmic opacity." Science, Technology and Society 28.3 (2023): 468-487.
- [176] Alsharekh, Mohammed F. "Facial Emotion Recognition in Verbal Communication Based on Deep Learning." Sensors 22.16 (2022): 6105.
- [177] Freitas-Magalhães, Armindo. Emotional expression: the brain and the face. Vol. 6. Leya, 2015.
- [178] Vavoula, Niovi. "Artificial intelligence (AI) at schengen borders: automated processing, algorithmic profiling and facial recognition in the era of techno-solutionism." European Journal of Migration and Law 23.4 (2021): 457-484.
- [179] Everuss, Louis. "AI, smart borders and migration." The Routledge Social Science Handbook of AI (2021): 339.
- [180] Torres, Alex D., et al. "Patient facial emotion recognition and sentiment analysis using secure cloud with hardware acceleration." Computational Intelligence for Multimedia Big Data on the Cloud with Engineering Applications. Academic Press, 2018. 61-89.

- [181] del Rio, Jose Sanchez, et al. "Automated border control e-gates and facial recognition systems." *computers & security* 62 (2016): 49-72.
- [182] Labati, Ruggero Donida, et al. "Advanced design of automated border control gates: biometric system techniques and research trends." 2015 IEEE International Symposium on Systems Engineering (ISSE). IEEE, 2015.
- [183] Carlos-Roca, Laura Rodríguez, Isabelle Hupont Torres, and Carles Fernández Tena. "Facial recognition application for border control." 2018 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN). IEEE, 2018.
- [184] Abomhara, Mohamed, et al. "A comparison of primary stakeholders' views on the deployment of biometric technologies in border management: Case study of SMart mobility at the European land borders." *Technology in Society* 64 (2021): 101484.
- [185] Noori, Simon. "Suspicious infrastructures: automating border control and the multiplication of mistrust through biometric e-gates." *Geopolitics* 27.4 (2022): 1117-1139.
- [185] Ortega, David, et al. "Dynamic facial presentation attack detection for automated border control systems." *Computers & Security* 92 (2020): 101744.
- [186] Jain, Aishvarya Kumar, et al. "Design, Simulation and Performance Evaluation of a Risk-Based Border Management System." *Sustainability* 15.17 (2023): 12991.
- [187] Patel, Vishra. "Airport passenger processing technology: a biometric airport journey." (2018).
- [188] Chaki, N. Mamad, and Mohammed W. Ashour. "Automated border control systems: a literature review." 4th Smart Cities Symposium (SCS 2021). Vol. 2021. IET, 2021.
- [189] Robertson, Joshua J., et al. "A framework for biometric and interaction performance assessment of automated border control processes." *IEEE Transactions on Human-Machine Systems* 47.6 (2016): 983-993.
- [190] Gorodnichy, Dmitry, Svetlana Yanushkevich, and Vlad Shmerko. "Automated border control: Problem formalization." 2014 IEEE Symposium on Computational Intelligence in Biometrics and Identity Management (CIBIM). IEEE, 2014.
- [191] Huang, Gary B., et al. "Labeled faces in the wild: A database for studying face recognition in unconstrained environments." *Workshop on faces in 'Real-Life' Images: detection, alignment, and recognition*. 2008.
- [192] Binder, Clemens. "Developing future borders: The politics of security research and emerging technologies in border security." *Emerging Security Technologies and EU Governance Actors, Practices and Processes* (2020): 148-63.
- [193] <https://cordis.europa.eu/project/id/700626>
- [194] Watson, Hattie. "iBorderCtrl: Exploring the Issue of Algorithmic Bias in Global Governance." *Centre for Global Constitutionalism*: 1.
- [195] Preu, Melina Sarah. *Emotional detection in automated border control: a discourse analysis of the case iBorderCtrl, 2016-2019*. BS thesis. University of Twente, 2021.

Μορφοποίηση: Χωρίς υπογράμμιση

[196] <https://projects.research-and-innovation.ec.europa.eu/en/horizon-magazine/avatar-interviews-and-portable-scanners-speed-border-crossings>

Μορφοποίηση: Χωρίς υπογράμμιση

[197] <https://iborderctrl.no/>

Μορφοποίηση: Χωρίς υπογράμμιση

[198] Andreou, Angelanna. "e-Securing the EU Borders: AI in European Integrated Border Management." *Journal of Politics and Ethics in New Technologies and AI* 2.1 (2023).

[199] Sánchez-Monedero, Javier, and Lina Dencik. "The politics of deceptive borders: 'biomarkers of deceit' and the case of iBorderCtrl." *Information, Communication & Society* 25.3 (2022): 413-430.

[200] Hemat, Lise Endregard. 'Just'Research: A Case Study of EU-funded Research with Experimental Artificial Intelligence Technology for Border Control. MS thesis. 2022.

[201] Boyd, Karen L., and Nazanin Andalibi. "Automated emotion recognition in the workplace: How proposed technologies reveal potential futures of work." *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction* 7.CSCW1 (2023): 1-37.

[202] Avolio, Bruce J., et al. "Unlocking the mask: A look at the process by which authentic leaders impact follower attitudes and behaviors." *The leadership quarterly* 15.6 (2004): 801-823.

[203] Kołakowska, Agata, et al. "Emotion recognition and its applications." *Human-Computer Systems Interaction: Backgrounds and Applications* 3 (2014): 51-62.

[204] Rafaeli, Anat, and Robert I. Sutton. "The expression of emotion in organizational life." *Research in organizational behavior* 11.1 (1989): 1-42.

[205] Buşu, Adrian-Florin. "Emotional intelligence as a type of cognitive ability." *Revista de Ştiinţe Politice. Revue des Sciences Politiques* 66 (2020): 204-215.

[206] Munoz, Sergio, et al. "An emotion aware task automation architecture based on semantic technologies for smart offices." *Sensors* 18.5 (2018): 1499.

[207] Mantello, Peter, and Manh-Tung Ho. "Emotional AI and the future of wellbeing in the post-pandemic workplace." *AI & society* (2023): 1-7.

[208] Plester, Barbara, Janet Sayers, and Caroline Keen. "Health and wellness but at what cost? Technology media justifications for wearable technology use in organizations." *Organization* (2022): 13505084221115841.

[209] <https://moodbeam.co.uk/>

Μορφοποίηση: Χωρίς υπογράμμιση

[210] Hutchinson, Shinelle, et al. "Investigating Wearable Fitness Applications: Data Privacy and Digital Forensics Analysis on Android." *Applied Sciences* 12.19 (2022): 9747.

[211] Hern, Alex. "Amazon's Halo wristband: the fitness tracker that listens to your mood." *The Guardian* 28 (2020).

[212] Mantello, Peter, et al. "Bosses without a heart: socio-demographic and cross-cultural determinants of attitude toward Emotional AI in the workplace." *AI & society* 38.1 (2023): 97-119.

- [213] Bell, Jason. Machine learning: hands-on for developers and technical professionals. John Wiley & Sons, 2020.
- [214] Moore, Phoebe, and Andrew Robinson. "The quantified self: What counts in the neoliberal workplace." *new media & society* 18.11 (2016): 2774-2792.
- [215] Pinheiro, Paulo Gurgel, et al. "Workplace emotion monitoring—an emotion-oriented system hidden behind a receptionist robot." *Mechatronics and Robotics Engineering for Advanced and Intelligent Manufacturing*. Springer International Publishing, 2017.
- [216] Srivastav, Gaurav, and Richa Singh. "Facial recognition based workplace security system using LBPH algorithm." *AIP Conference Proceedings*. Vol. 2555. No. 1. AIP Publishing, 2022.
- [217] Henkel, Alexander P., et al. "Half human, half machine—augmenting service employees with AI for interpersonal emotion regulation." *Journal of Service Management* 31.2 (2020): 247-265.
- [218] Ho, Manh-Tung, et al. "Rethinking technological acceptance in the age of emotional AI: surveying Gen Z (Zoomer) attitudes toward non-conscious data collection." *Technology in Society* 70 (2022): 102011.
- [219] Imani, Maryam, and Gholam Ali Montazer. "A survey of emotion recognition methods with emphasis on E-Learning environments." *Journal of Network and Computer Applications* 147 (2019): 102423.
- [220] Liang, Yanqiu. "Intelligent emotion evaluation method of classroom teaching based on expression recognition." *International Journal of Emerging Technologies in Learning (Online)* 14.4 (2019): 127.
- [221] Guo, Yan Ru, et al. "The effectiveness and acceptance of an affective information literacy tutorial." *Computers & Education* 87 (2015): 368-384.
- [222] Mohanan, Ramya, Catherine Stringfellow, and Dittika Gupta. "An emotionally intelligent tutoring system." 2017 Computing Conference. IEEE, 2017.
- [223] Arroyo, Ivon, et al. "Emotion sensors go to school." *Artificial intelligence in education*. Ios Press, 2009.
- [224] Wang, Weiqing, et al. "Emotion recognition of students based on facial expressions in online education based on the perspective of computer simulation." *Complexity* 2020 (2020): 1-9.
- [225] Rice, Linda Marie, et al. "Computer-assisted face processing instruction improves emotion recognition, mentalizing, and social skills in students with ASD." *Journal of autism and developmental disorders* 45 (2015): 2176-2186.
- [226] Greene, Maxine, and Megan Boler. *Feeling power: Emotions and education*. Routledge, 2004.

[227] Bratitsis, Tharrenos, and Stavros Demetriadis. "Research approaches in computer-supported collaborative learning." *International Journal of e-Collaboration (IJeC)* 9.1 (2013): 1-8.

[228] Miyake, Naomi. "Computer supported collaborative learning." *The SAGE handbook of e-learning research* (2007): 248-265.

[229] Stahl, Gerry. "Contributions to a theoretical framework for CSCL." *Computer Support for Collaborative Learning*. Routledge, 2023.

[230] Reis, Rachel Carlos Duque, et al. "Affective states in CSCL environments: A Systematic mapping of the literature." *2015 IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technologies*. IEEE, 2015.

[231] Siemens, George, and Ryan SJ D. Baker. "Learning analytics and educational data mining: towards communication and collaboration." *Proceedings of the 2nd international conference on learning analytics and knowledge*. 2012.

[232] Picard, Rosalind W., Elias Vyzas, and Jennifer Healey. "Toward machine emotional intelligence: Analysis of affective physiological state." *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence* 23.10 (2001): 1175-1191.

[233] Jagadeesh, M., Nandita Sajeev, and N. Nithish Kumar. "Emotion Recognition of Online Learners for Smart Education Systems using Computational Intelligence: Review and Insight." *2023 5th International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT)*. IEEE, 2023.

[234] Kulke, Louisa, Dennis Feyerabend, and Annkathrin Schacht. "A comparison of the Affectiva iMotions Facial Expression Analysis Software with EMG for identifying facial expressions of emotion." *Frontiers in Psychology* 11 (2020): 329.

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

[235] Dupré, Damien, et al. "Accuracy of three commercial automatic emotion recognition systems across different individuals and their facial expressions." *2018 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops)*. IEEE, 2018.

[236] Al-Omar, Osamah M., and Shihong Huang. "A comparative study on detection accuracy of cloud-based emotion recognition services." *Proceedings of the 2018 International Conference on Signal Processing and Machine Learning*. 2018.

[237] Rocco, Diego, et al. "Beyond verbal behavior: an empirical analysis of speech rates in psychotherapy sessions." *Frontiers in psychology* 9 (2018): 978.

[238] Bakker, Rebecca, et al. "AI for Archives: Using Facial Recognition to Enhance Metadata." (2020).

[239] Fiorini, Laura, et al. "Can I Feel You? Recognizing Human's Emotions During Human-Robot Interaction." *International Conference on Social Robotics*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2022.

[240] de la Cal, Enrique, et al. "A Comparison of Two Speech Emotion Recognition Algorithms: Pepper Humanoid Versus Bag of Models." *International Workshop on Soft*

Computing Models in Industrial and Environmental Applications. Cham: Springer Nature Switzerland, 2022.

[241] Wright, James. "Suspect AI: Vibraimage, emotion recognition technology and algorithmic opacity." *Science, Technology and Society* 28.3 (2023): 468-487.

[242] McDuff, Daniel, and Mary Czerwinski. "Designing emotionally sentient agents." *Communications of the ACM* 61.12 (2018): 74-83.

[243] Ahmad, Khurshid, et al. "Comparing the performance of facial emotion recognition systems on real-life videos: gender, ethnicity and age." *Proceedings of the Future Technologies Conference (FTC) 2021, Volume 1*. Springer International Publishing, 2022.

[244] Perusquía-Hernández, Monica, Saho Ayabe-Kanamura, and Kenji Suzuki. "Human perception and biosignal-based identification of posed and spontaneous smiles." *PLoS One* 14.12 (2019): e0226328.

[245] <https://www.insider.com/ai-emotion-recognition-system-tracks-how-happy-chinas-workers-are-2021-6>

Μορφοποίηση: Χωρίς υπογράμμιση

Μορφοποίηση: Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο

[246] Pham, Thuy, Andreas T. Lechner, and Frank Mathmann. "Fake smiles. Customer reactions to employees' display inauthenticity and choice restrictions." *Psychology & Marketing* 39.5 (2022): 1078-1093.

[247] Φουσέκη, Παρασκευή. Διαχείριση κινδύνων στα πλαίσια προστασίας των προσωπικών δεδομένων. Diss. University of Piraeus (Greece), 2019.

[248] <https://eur-lex.europa.eu/content/news/general-data-protection-regulation-GDPR-applies-from-25-May-2018.html?locale=el>

Μορφοποίηση: Χωρίς υπογράμμιση

[249] <https://www.dpa.gr/>

Μορφοποίηση: Χωρίς υπογράμμιση

[250] <https://www.privacy-regulation.eu/el/4.htm>

Μορφοποίηση: Χωρίς υπογράμμιση

[251] <https://www.privacy-regulation.eu/el/5.htm>

Μορφοποίηση: Χωρίς υπογράμμιση

[252] <https://www.privacy-regulation.eu/el/6.htm>

Μορφοποίηση: Χωρίς υπογράμμιση

[253] <https://www.privacy-regulation.eu/el/7.htm>

Μορφοποίηση: Χωρίς υπογράμμιση

[254] Nautsch, Andreas, et al. "The GDPR & speech data: Reflections of legal and technology communities, first steps towards a common understanding." *arXiv preprint arXiv:1907.03458* (2019).

Μορφοποίηση: Υπερ-σύνδεση, Γραμματοσειρά: (Προεπιλεγμένη) Calibri, 11 στ., Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο, Αγγλικά (Ηνωμένων Πολιτειών), Μοτίβο: Διαφανές

[255] <https://www.privacy-regulation.eu/el/9.htm>

Μορφοποίηση: Χωρίς υπογράμμιση

[256] Hanani, Abualsoud, Martin J. Russell, and Michael J. Carey. "Human and computer recognition of regional accents and ethnic groups from British English speech." *Computer Speech & Language* 27.1 (2013): 59-74.

Μορφοποίηση: Υπερ-σύνδεση, Γραμματοσειρά: (Προεπιλεγμένη) Calibri, 11 στ., Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο, Αγγλικά (Ηνωμένων Πολιτειών), Μοτίβο: Διαφανές

[257] Busso, Carlos, et al. "Analysis of emotion recognition using facial expressions, speech and multimodal information." *Proceedings of the 6th international conference on Multimodal interfaces*. 2004.

Μορφοποίηση: Υπερ-σύνδεση, Γραμματοσειρά: (Προεπιλεγμένη) Calibri, 11 στ., Χρώμα γραμματοσειράς: Αυτόματο, Αγγλικά (Ηνωμένων Πολιτειών), Μοτίβο: Διαφανές

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

[258] <https://www.privacy-regulation.eu/el/22.htm>

Μορφοποίηση: Χωρίς υπογράμμιση

[259] <https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/society/20230601STO93804/praxi-technitis-noimosunis-tis-ee-protos-kanonismos-gia-tin-techniti-noimosuni>

Μορφοποίηση: Χωρίς υπογράμμιση

[260] <https://www.consilium.europa.eu/el/press/press-releases/2022/12/06/artificial-intelligence-act-council-calls-for-promoting-safe-ai-that-respects-fundamental-rights/>

Μορφοποίηση: Χωρίς υπογράμμιση

[261] https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:e0649735-a372-11eb-9585-01aa75ed71a1.0009.02/DOC_1&format=PDF

Μορφοποίηση: Χωρίς υπογράμμιση

[262] https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2023/6/story/20230601STO93804/20230601STO93804_el.pdf

Μορφοποίηση: Χωρίς υπογράμμιση

[263] Ζαχαράκη, Βαρβάρα. "Τεχνητή νοημοσύνη, λήψη αποφάσεων με χρήση αλγορίθμων, ηθική και δεοντολογία στο δημόσιο τομέα." (2022).

[264] Παναγιωτίδου, Μαρίνα Ευθυμία. "Τεχνητή νοημοσύνη και δίκαιο: τεχνολογικά, νομικά και ηθικά ζητήματα." (2020).

[265] Matthias, Andreas. "The responsibility gap: Ascribing responsibility for the actions of learning automata." *Ethics and information technology* 6 (2004): 175-183.

[266] https://www.dpa.gr/sites/default/files/2020-05/wp251rev01_el.pdf

Μορφοποίηση: Χωρίς υπογράμμιση

[267] Araujo, Theo, et al. "In AI we trust? Perceptions about automated decision-making by artificial intelligence." *AI & society* 35 (2020): 611-623.

[268] <https://hbr.org/2021/11/managing-ai-decision-making-tools>

Μορφοποίηση: Χωρίς υπογράμμιση

[269] https://commission.europa.eu/law/law-topic/data-protection/reform/rights-citizens/my-rights/can-i-be-subject-automated-individual-decision-making-including-profiling_el

Μορφοποίηση: Χωρίς υπογράμμιση

[270] Fong, T. W., Illah Nourbakhsh, and Kerstin Dautenhahn. "A survey of socially interactive robots, Robotics and Autonomous Systems." *Bd* 42: 3-4.

[271] Hauselmann, Andreas, et al. "EU law and emotion data." *arXiv preprint arXiv:2309.10776* (2023).

[272] Picard, Rosalind W. *Affective computing*. MIT press, 2000.

[273] Rubinstein, Ira S., and Nathaniel Good. "The trouble with Article 25 (and how to fix it): the future of data protection by design and default." *International Data Privacy Law* 10.1 (2020): 37-56.

[274] Oravec, Jo Ann. "The emergence of "truth machines"? Artificial intelligence approaches to lie detection." *Ethics and Information Technology* 24.1 (2022): 6.

[275] Moor, James H. "Towards a theory of privacy in the information age." *ACM Sigcas Computers and Society* 27.3 (1997): 27-32.

Διπλωματική Εργασία: Συστήματα Συναισθηματικής Αναγνώρισης στην Επιβολή του Νόμου, στη Διαχείριση των Συνόρων, στο Χώρο Εργασίας και στην Εκπαίδευση.

[276] Smith, Hayden, and William Cipolli. "The Instagram/Facebook ban on graphic self-harm imagery: A sentiment analysis and topic modeling approach." *Policy & Internet* 14.1 (2022): 170-185.

[277] Lench, Heather C., and Zari Koebel Carpenter. "What do emotions do for us?." *The function of emotions: When and why emotions help us* (2018): 1-7.

[278] Steindl, Elisabeth. "Does the European Data Protection Framework Adequately Protect Our Emotions? Emotion Tech in Light of the Draft AI Act and Its Interplay with the GDPR." *Eur. Data Prot. L. Rev.* 8 (2022): 311.

[279] Wang, Yan, et al. "A systematic review on affective computing: Emotion models, databases, and recent advances." *Information Fusion* 83 (2022): 19-52.

[280] Grandey, Alicia A. "Emotional regulation in the workplace: A new way to conceptualize emotional labor." *Journal of occupational health psychology* 5.1 (2000): 95.

[281] Asemota, Maryann Osadebamwen. "FACIAL RECOGNITION TECHNOLOGY FOR RECRUITMENT IN THE RUSSIAN WORKPLACE."

[282] <https://fra.europa.eu/el/eu-charter/article/11-eleytheria-ekfrasis-kai-pliroforisis>

Μορφοποιήθηκε: Πλήρης

[283] Mohammad, Saif M. "Ethics sheet for automatic emotion recognition and sentiment analysis." *Computational Linguistics* 48.2 (2022): 239-278.

[284] Μπουλιτσάκη, Νικολέτα. Αναγνώριση συναισθημάτων μέσω ομιλίας και εκφράσεων προσώπου σε πραγματικό χρόνο και εφαρμογή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Diss. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 2012.

[285] Chen, You, et al. "Human-centered design to address biases in artificial intelligence." *Journal of Medical Internet Research* 25 (2023): e43251.

[286] Riedl, René. "Is trust in artificial intelligence systems related to user personality? Review of empirical evidence and future research directions." *Electronic Markets* 32.4 (2022): 2021-2051.

[287] O'cass, Aron. "Political advertising believability and information source value during elections." *Journal of advertising* (2002): 63-74.

[288] Devillers, Laurence, and Roddy Cowie. "Ethical Considerations on Affective Computing: An Overview." *Proceedings of the IEEE* (2023).

Μορφοποίησης: Αγγλικά (Ηνωμένων Πολιτειών)

[289] <https://www.e-nomothesia.gr/kat-demosia-dioikese/nomos-4961-2022-phek-146a-27-7-2022.html>

Μορφοποίησης: Υπερ-σύνδεση, Αγγλικά (Ηνωμένων Πολιτειών)

[300] Asghar, Mamoona N., et al. "Visual surveillance within the EU general data protection regulation: A technology perspective." *IEEE Access* 7 (2019): 111709-111726.

Αλλαγή κωδικού πεδίου