



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
“ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ & ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ”

**Ολοκληρωμένο Σύστημα Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Υπολογιστή
με Αναγνώριση Κίνησης Σώματος σε Πραγματικό Χρόνο**

Από
Αντώνιος Ρίφιος

Υποβάλλεται
για την εκπλήρωση των προϋποθέσεων λήψης
Μεταπτυχιακού Διπλώματος
στην ειδίκευση «ΜΔΑ/ΠΠΣ/ΠΔ»
του ΠΜΣ “Πληροφορικά Συστήματα & Υπηρεσίες”
στο
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
Σεπτέμβριος 2024

Επιβλέπων: Ανδρέας Μενύχτας
Ακαδημαϊκή Θέση: Επίκουρος Καθηγητής

Πανεπιστήμιο Πειραιώς. Κάτοχος όλων των δικαιωμάτων
University of Piraeus. All rights reserved.

Συγγραφέας / Author Αντώνιος Ρίφιος

ΣΕΛΙΔΑ ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑΣ

Όνοματεπώνυμο Φοιτητή/Φοιτήτριας: Αντώνιος Ρίφιος

Τίτλος Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας: Ολοκληρωμένο Σύστημα Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Υπολογιστή με Αναγνώριση Κίνησης Σώματος σε Πραγματικό Χρόνο

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία υποβάλλεται ως μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών "Πληροφοριακά Συστήματα & Υπηρεσίες" του Τμήματος Ψηφιακών Συστημάτων του Πανεπιστημίου Πειραιώς και εγκρίθηκε στις 30/09/2024 από τα μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής.

Εξεταστική Επιτροπή

Επιβλέπων (Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων, Πανεπιστήμιο Πειραιώς) Ανδρέας Μενύχτας,
Επίκουρος Καθηγητής

Μέλος Εξεταστικής Επιτροπής: Δημοσθένης Κυριαζής, Καθηγητής

Μέλος Εξεταστικής Επιτροπής: Μιχαήλ Φιλιπτάκης, καθηγητής

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Ο Ρίφιος Αντώνιος, γνωρίζοντας τις συνέπειες της λογοκλοπής, δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα εργασία με τίτλο «Ολοκληρωμένο Σύστημα Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Υπολογιστή με Αναγνώριση Κίνησης Σώματος σε Πραγματικό Χρόνο», αποτελεί προϊόν αυστηρά προσωπικής εργασίας και όλες οι πηγές που έχω χρησιμοποιήσει, έχουν δηλωθεί κατάλληλα στις βιβλιογραφικές παραπομπές και αναφορές. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο ή/και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή.

Επιπλέον δηλώνω υπεύθυνα ότι η συγκεκριμένη Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία έχει συγγραφεί από εμένα προσωπικά και δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει αξιολογηθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου. Σε κάθε περίπτωση, αναληθούς ή ανακριβούς δηλώσεως, υπόκειμαι στις συνέπειες που προβλέπονται τις διατάξεις που προβλέπει η Ελληνική και Κοινοτική Νομοθεσία περί πνευματικής ιδιοκτησίας.

Ο ΔΗΛΩΝ

Όνοματεπώνυμο: Ρίφιος Αντώνιος

Αριθμός Μητρώου: ME2249

Περιεχόμενα

Περίληψη	9
1. Εισαγωγή.....	10
1.1 Σκοπός και στόχοι της εργασίας	10
1.2 Περιγραφή της Δομής της Εργασίας.....	11
1.2.1 Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	11
1.2.2 Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	11
1.2.3 Κεφάλαιο 3: Ανάλυση και Προκλήσεις.....	11
1.2.4 Κεφάλαιο 4: Τεχνολογική Προσέγγιση και Υλοποίηση	11
1.2.5 Κεφάλαιο 5: Μεθοδολογία Πειραματικής Έρευνας.....	12
1.2.6 Κεφάλαιο 6: Το Σύστημα σε Λειτουργία.....	12
1.2.7 Κεφάλαιο 7: Αποτελέσματα.....	12
1.2.8 Κεφάλαιο 8: Επίλογος και Συμπεράσματα	12
1.2.9 Κεφάλαιο 9: Βιβλιογραφία	12
1.2.10 Κεφάλαιο 10: Παραρτήματα	12
2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	13
2.1 Τεχνολογίες Αναγνώρισης Προσώπου και Σώματος	13
2.1.1 Ιστορική Αναδρομή.....	13
2.1.2 Σύγχρονες Τεχνικές και Εφαρμογές.....	14
2.2 Αναγνώριση Σώματος και Προσώπου σε Παιχνίδια.....	14
2.3 Ανασκόπηση Σχετικών Ερευνών και Εργασιών.....	16
2.3.1 Τεχνολογίες Αναγνώρισης Σώματος και Προσώπου	16
2.3.2 Προσωποποιημένες Προσφορές Βασισμένες στην Ηλικία και το Φύλο: Εμπειρία Χρήστη και Εμπλοκή	17
2.3.3 Ηθικά και Νομικά Ζητήματα στην Χρήση Προσωπικών Δεδομένων.....	17
3. Ανάλυση και Προκλήσεις.....	19
3.1 Ανίχνευση Σώματος και Προσώπου για Διάδραση σε Παιχνίδια.....	19
3.2 Προκλήσεις στην Ανίχνευση Προσώπου σε Πραγματικό Χρόνο.....	20
3.2.1 Διαφορετικές Συνθήκες Φωτισμού	20
3.2.2 Διαφορετικές Γωνίες Λήψης.....	20
3.2.3 Εναλλαγές στην Έκφραση του Προσώπου	20
3.2.4 Κινητικότητα του Χρήστη.....	21
3.2.5 Διαφορές στα Φυσικά Χαρακτηριστικά των Χρηστών	21
3.2.6 Υπολογιστικοί Περιορισμοί.....	21
3.2.7 Συμπέρασμα	21

3.3 Αναγνώριση Ηλικίας και Φύλου	21
3.3.1 Ποικιλία ανθρώπινων χαρακτηριστικών	22
3.3.2 Εξωγενείς παράγοντες	22
3.3.3 Ανισότητα δεδομένων στις ήδη διαθέσιμες βάσεις.....	22
3.3.4 Πρόβλημα γενίκευσης	22
3.4 Χρήση Μοντέλων Χωρίς Σύνδεση στο Διαδίκτυο (Offline)	23
3.4.1 Απαίτηση για υπολογιστική ισχύ στον χρήστη.....	23
3.4.2 Στατικότητα εκπαίδευσης	23
3.4.3 Κίνδυνος υπερπροσαρμογής	23
3.5 Προκλήσεις στην Δημιουργία Παιχνιδιών	23
3.5.1 Διάρκεια και ποσότητα παιχνιδιών	23
3.5.2 Απλοποίηση παιχνιδιών χωρίς υπεραπλοποίηση	24
3.5.3 Συναισθηματική επίδραση στον χρήστη	24
3.6 Συγκεντρωτικές τεχνικές απαιτήσεις εφαρμογής.....	24
3.6.1 Υλοποίηση και αρχιτεκτονική	24
3.6.2 Απόκριση και απόδοση	25
3.6.3 Ευχρηστία και εμπειρία χρήστη	25
3.6.4 Δυνατότητες αναβάθμισης	26
3.6.5 Διαχείριση και Στατιστικά	26
3.7 Περιπτώσεις Χρήσης (use cases)	26
3.7.1 Περίπτωση Χρήσης 1: Εκκίνηση και Παίξιμο Παιχνιδιού από τον Χρήστη	26
3.7.2 Περίπτωση Χρήσης 2: Απουσία Χρήστη Κατά τη Διάρκεια του Παιχνιδιού	27
3.7.3 Περίπτωση Χρήσης 3: Εισαγωγή ρυθμίσεων από τον διαχειριστή.....	27
4. Τεχνολογική Προσέγγιση και Υλοποίηση	29
4.1 Τεχνολογικό υπόβαθρο.....	29
4.1.1 Google MediaPipe & face-api.js.....	29
4.1.2 Next.js	34
4.1.3 Docker	36
4.1.4 Barcode	40
4.2 Σχεδίαση της Εφαρμογής.....	42
4.2.1 Περιγραφή Πλαισίου και Χρηστών	42
4.2.2 Αρχιτεκτονική του Συστήματος.....	42
4.2.3 Ροή προωθητικής ενέργειας	44
4.2.4 Διάγραμμα Χρήσης (Use Case) UML.....	45
4.2.5 Περιγραφή Κάθε Παιχνιδιού (Minigame).....	46

4.2.6 Επίλυση τυχαίων σφαλμάτων κατά την αναγνώριση μιας φιγούρας σε πραγματικό χρόνο.....	49
4.2.7 Απουσία τυχαιότητας στα παιχνίδια	50
4.3 Πρακτική υλοποίηση εφαρμογής	51
4.3.1 Απεξάρτηση από online σύνδεση	52
4.3.2 Δομή και Οργάνωση Κώδικα	52
4.4 Χρήση Docker για Ανάπτυξη και Διάθεση	55
4.4.1 Δημιουργία Docker Image	55
4.4.2 Αποθήκευση και Διαχείριση στο GitHub Container Registry (GHCR).....	56
5. Μεθοδολογία Πειραματικής Έρευνας	59
5.1 Περιγραφή Μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε.....	59
5.2 Συστήματα και Υλικό που Χρησιμοποιήθηκαν	60
5.2.1 Υπολογιστικά συστήματα	61
5.2.2 Περιφερειακές Συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν.....	61
5.3 Εύρεση αναγκαίων ρυθμίσεων για την ομαλή λειτουργία της εφαρμογής σε ποικίλα υπολογιστικά συστήματα	62
5.3.1 Διάμετρος βοηθητικού κύκλου (Circle Radius).....	62
5.3.2 Ταχύτητα αύξησης και μείωσης βοηθητικού κύκλου (Reduce & Increase Circle Speed)	63
5.3.3 Ταχύτητα πτώσης μπαλονιών (Balloon Falling Speed).....	63
5.3.4 Εμφάνιση σημείων στα κομβικά σημεία του χρήστη (Show Points in Landmark) 64	
5.3.5 Μέγιστος επιτρεπόμενος χρόνος απουσίας χρήστη σε δευτερόλεπτα (Seconds of Inactivity Allowed Until Reset)	64
5.3.6 Χρόνος μέχρι την επαναφορά του παιχνιδιού μετά την εμφάνιση του Barcode (Seconds Until Reset After Showing Barcode)	65
5.3.7 Ρυθμός ανανέωσης στην αναγνώριση προσώπου σε κλάσματα δευτερολέπτου (Milliseconds Until Refresh in Face Detection Page)	65
5.3.8 Η ιστοσελίδα που θα οδηγηθεί ο χρήστης μέσω του Barcode (Base Site for User Redirection).....	66
5.3.9 Κουμπί φόρτωσης προεπιλογών (Load Defaults Button).....	66
5.3.10 Κουμπί Έναρξης Προωθητικής Ενέργειας (Go to Camera Capture Button)	66
6. Το Σύστημα σε Λειτουργία.....	67
6.1 Συλλογή Στατιστικών.....	67
6.1.1 Παρουσίαση σελίδας statistics	67
6.2 Εισαγωγή ρυθμίσεων.....	69
6.3 Παρουσίαση παιχνιδιών	70
6.3.1 Οθόνη αναζήτησης παίκτη	70

6.3.2 Οθόνη 1ου minigame.....	71
6.3.3 Οθόνη 2ου minigame.....	76
6.3.4 Οθόνη 3ου minigame.....	77
6.3.5 Οθόνη 4ου minigame.....	77
6.3.6 Οθόνη Barcode	78
7. Αποτελέσματα.....	79
7.1 Χρόνοι απόκρισης.....	79
7.2 Στατιστικά Χρήσης	80
7.2.1 Ανάλυση των Στατιστικών Αποτελεσμάτων	81
7.3 Ανατροφοδότηση από τους χρήστες.....	82
7.3.1 Ευχρηστία και Διεπαφή Χρήστη	82
7.3.2 Απόδοση και Ταχύτητα	82
7.3.3 Περιεχόμενο και Λειτουργίες	82
7.3.4 Συμπεράσματα.....	83
8. Επίλογος και Συμπεράσματα	84
8.1 Συμπεράσματα.....	84
8.2 Αξιολόγηση της Εφαρμογής και των Πειραμάτων	84
8.2.1 Απόδοση και Ακρίβεια	84
8.2.2 Εμπειρία Χρήστη (UX).....	84
8.2.3 Πειραματική Δοκιμή και Αξιολόγηση	85
8.2.4 Επίδραση στην Εξατομίκευση.....	85
8.3 Προκλήσεις και Δυσκολίες κατά την Υλοποίηση	85
8.3.1 Τεχνικές Προκλήσεις.....	85
8.3.2 User Experience (UX) και Χρήση Κάμερας.....	86
8.4 Προβλήματα που δεν Επιλύθηκαν	86
8.4.1 Ελλιπής Υποστήριξη για Άτομα με Ειδικές Ανάγκες.....	86
8.4.2 Περιορισμένη Υποστήριξη για Πολυγλωσσικό Περιβάλλον.....	86
8.4.3 Μη Υλοποίηση Συστήματος Ανατροφοδότησης από Χρήστες	86
8.5 Προτάσεις για Μελλοντικές Επεκτάσεις και Νέες Λειτουργίες.....	86
8.5.1 Αυτόματη επιλογή μοντέλου Mediaripe.....	86
8.5.2 Παραμετροποίηση των προσφορών σε κάθε χρήστη ατομικά.....	86
8.5.3 Αναγνώριση περισσότερων βιομετρικών στοιχείων	87
8.6 Συμπεράσματα από την Αξιολόγηση	87
9. Βιβλιογραφία	88
Bibliography	88

10. Παραρτήματα.....	91
10.1 Αναλυτικός Κώδικας της Εφαρμογής.....	91
10.2 Οδηγίες Εγκατάστασης και Εκτέλεσης (με Docker).....	91
10.3 Αντιμετώπιση Συχνών Προβλημάτων (FAQ).....	91

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κύριο Ανδρέα Μενύχτα για την καθοδήγηση καθώς και την οικογένειά μου και ιδιαίτερα την αδελφή μου Μιράντα για την αμέριστη υποστήριξή της καθ' όλη την διάρκεια αυτής της πορείας.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με την ανάπτυξη μίας διαδραστικής εφαρμογής που επιτρέπει την αλληλεπίδραση του χρήστη με τέσσερα παιχνίδια μέσω αναγνώρισης κινήσεων σώματος και προσώπου σε πραγματικό χρόνο. Η εφαρμογή παρέχει μια εξατομικευμένη εμπειρία, συλλέγοντας δημογραφικά στοιχεία για την προσαρμογή προσφορών που εμφανίζονται στο τέλος της διαδικασίας. Το έργο εστιάζει στη δημιουργία ενός ευέλικτου και επεκτάσιμου συστήματος, αντιμετωπίζοντας προκλήσεις όπως η βελτιστοποίηση των επιδόσεων, η ιδιωτικότητα των χρηστών και η αποτελεσματική διαχείριση πόρων.

This thesis deals with the development of an interactive application that allows the user to interact with four games through body and face movement recognition in real time. The app provides a personalized experience by collecting demographic information to tailor offers that appear at the end of the process. The project focuses on creating a flexible and scalable system, addressing challenges such as performance optimization, user privacy, and efficient resource management.

1. Εισαγωγή

1.1 Σκοπός και στόχοι της εργασίας

Αναμφίβολα ζούμε σε μία εποχή όπου η ενσωμάτωση τεχνολογιών στη ζωή μας έχει γίνει μέρος της καθημερινότητάς μας και όλο και περισσότεροι κλάδοι εκμεταλλεύονται την ταχεία ανάπτυξη cutting-edge τεχνολογιών (Cheng, 2019). Παρατηρούμε συχνά προωθητικές ενέργειες που ο τρόπος προσέγγισης των πελατών έχει ξεφύγει από την απλή προβολή των προϊόντων (Coca-Cola, 2023). Πλέον η διαδικασία της προώθησης των προϊόντων είναι μία ευχάριστη και ξεχωριστή εμπειρία για κάθε πελάτη.

Σε αυτό το πλαίσιο, η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει στη δημιουργία μίας ιστοσελίδας που χρησιμοποιεί την κάμερα του χρήστη (ή αντίστοιχα της επιχείρησης) για να αναγνωρίζει τις κινήσεις του παίκτη και να αλληλεπιδρά μαζί του μέσω απλών και ευχάριστων παιχνιδιών/δοκιμασιών. Έπειτα και αφού ο χρήστης ολοκληρώσει τα παιχνίδια αυτά με επιτυχία, του εμφανίζεται ένα barcode που θα του εμφανίσει μια μοναδική εξειδικευμένη προσφορά βασισμένη στα δημογραφικά στοιχεία που η εφαρμογή έχει συλλέξει για αυτόν κατά την διάρκεια των παιχνιδιών όπως η ηλικία και το φύλο του.

Ταυτόχρονα η ιστοσελίδα αυτή έχει την δυνατότητα προσαρμογής σε πολλαπλά υπολογιστικά συστήματα επιτρέποντας έτσι σε κάθε επιχείρηση την εκτέλεση της εφαρμογής ανεξαρτήτως των τεχνικών υποδομών που διαθέτει. Ακόμα, παρέχει στην επιχείρηση διάφορα στατιστικά δεδομένα που μπορεί να αξιοποιήσει τόσο για να γνωρίσει το αγοραστικό της κοινό, όσο και για τις επιδόσεις των παικτών στα παιχνίδια της ιστοσελίδας. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν με πολλαπλούς τρόπους, όπως θα αναλυθεί και παρακάτω.

Η ανάπτυξη μιας τέτοιας ιστοσελίδας έχει τεράστιες προοπτικές στην εμπορική αγορά, ειδικά στον τομέα του retail. Παραδείγματος χάρη, μια βιτρίνα καταστήματος θα μπορούσε αντί να προβάλλει απλά προϊόντα, να προσκαλεί τους περαστικούς να παίξουν διαδραστικά παιχνίδια χρησιμοποιώντας τις κινήσεις τους. Αυτή η εμπειρία όχι μόνο τραβάει την προσοχή, αλλά και δημιουργεί μια μοναδική και θετική εντύπωση για το κατάστημα, ενισχύοντας την πελατειακή αφοσίωση και ενθαρρύνοντας την εμπλοκή του κοινού. Επιπλέον, τέτοιες καινοτομίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εκθεσιακούς χώρους, μουσεία και άλλους δημόσιους χώρους, προσφέροντας διασκέδαση και εκπαίδευση ταυτόχρονα.

Η χρήση αυτής της τεχνολογίας δεν περιορίζεται μόνο στην προώθηση προϊόντων, αλλά μπορεί να επεκταθεί και σε άλλους τομείς όπως η υγεία και η εκπαίδευση. Στον τομέα της υγείας, οι ασθενείς θα μπορούσαν να συμμετέχουν σε θεραπευτικές δραστηριότητες μέσω διαδραστικών παιχνιδιών, τα οποία θα προσαρμόζονται στις ανάγκες τους, παρέχοντας ταυτόχρονα χρήσιμα δεδομένα στους ιατρούς για την πορεία της θεραπείας τους. Στην εκπαίδευση, η τεχνολογία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία δυναμικών μαθησιακών εμπειριών, όπου οι μαθητές θα αλληλεπιδρούν με το περιεχόμενο με τρόπο που ενισχύει την κατανόηση και την εμπλοκή τους.

Παράλληλα, η τεχνολογία αυτή μπορεί να προσφέρει νέες δυνατότητες στον τομέα της ψυχαγωγίας και των μέσων ενημέρωσης. Διαδραστικές τηλεοπτικές εκπομπές και διαφημίσεις που προσαρμόζονται σε πραγματικό χρόνο με βάση τις αντιδράσεις των θεατών θα μπορούσαν να φέρουν την επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο καταναλώνουμε

περιεχόμενο. Αυτή η μορφή εξατομίκευσης ανοίγει νέους ορίζοντες για την ψηφιακή διαφήμιση, προσφέροντας μοναδικές εμπειρίες που αυξάνουν την αποτελεσματικότητα των εκστρατειών marketing.

Η υιοθέτηση τέτοιων τεχνολογιών από τις επιχειρήσεις μπορεί να αποτελέσει καθοριστικό παράγοντα για την ανάπτυξή τους, ιδίως σε ένα περιβάλλον όπου η καινοτομία αποτελεί βασικό στοιχείο ανταγωνιστικότητας. Επιχειρήσεις που θα επενδύσουν στην ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών θα μπορέσουν να προσφέρουν στους πελάτες τους εξατομικευμένες εμπειρίες, ενισχύοντας την πιστότητα και την ικανοποίησή τους. Τελικά, η σύνδεση της τεχνολογίας με την ανθρώπινη εμπειρία θα μπορούσε να προσφέρει νέες ευκαιρίες για την ανάπτυξη επιχειρηματικών στρατηγικών που θα είναι βιώσιμες και προσανατολισμένες στις ανάγκες του σύγχρονου καταναλωτή.

Ωστόσο, πέρα από την εμπορική εκμετάλλευση, η συγκεκριμένη τεχνολογία έχει έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον. Η αναγνώριση κινήσεων μέσω κάμερας συνδυάζει τεχνολογίες μηχανικής μάθησης, απαιτώντας προηγμένους αλγορίθμους βασισμένη σε μοντέλα που έχει ήδη αναπτύξει η Google - μία εταιρεία κολοσσός στον τομέα της τεχνολογίας και της μηχανικής μάθησης. Επίσης, η αλληλεπίδραση με τον χρήστη μέσω παιχνιδιών εγείρει ζητήματα σχεδιασμού διεπαφής και εμπειρίας χρήστη (UX), ενώ η αποτελεσματικότητα και η αποδοχή της τεχνολογίας αυτής από το κοινό μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο κοινωνιολογικών και ψυχολογικών μελετών. Η διπλωματική αυτή εργασία, συνεπώς, δεν εστιάζει μόνο στην τεχνική υλοποίηση, αλλά και στην ανάλυση των επιπτώσεων και των δυνατοτήτων που προσφέρει η σύγχρονη τεχνολογία στην καθημερινή μας ζωή και στις εμπορικές πρακτικές.

1.2 Περιγραφή της Δομής της Εργασίας

1.2.1 Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό δίνεται μια εισαγωγή ως προς το ποιο πρόβλημα θεραπεύει η διπλωματική αυτή και ποιοι είναι οι στόχοι που κλήθηκε να πετύχει.

1.2.2 Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται ανασκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας και έρευνας που σχετίζεται με το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας. Παρουσιάζονται τα κύρια θεωρητικά πλαίσια, μεθοδολογίες και τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στο πεδίο, καθώς και οι πιο πρόσφατες εξελίξεις και τάσεις.

1.2.3 Κεφάλαιο 3: Ανάλυση και Προκλήσεις

Το κεφάλαιο αυτό επικεντρώνεται στη λεπτομερή περιγραφή του προβλήματος που εξετάζεται στη διπλωματική εργασία. Εδώ αναλύεται το αντικείμενο της μελέτης, οι προκλήσεις που παρουσιάζει και οι λόγοι για τους οποίους είναι σημαντικό να αντιμετωπιστεί. Ακόμα, παρουσιάζονται οι τεχνολογικές απαιτήσεις της εφαρμογής.

1.2.4 Κεφάλαιο 4: Τεχνολογική Προσέγγιση και Υλοποίηση

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα εργαλεία, οι τεχνολογίες και οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την επίλυση του προβλήματος. Γίνεται αναλυτική περιγραφή της

προτεινόμενης λύσης, με αναφορά στις τεχνικές λεπτομέρειες και τα επιμέρους βήματα υλοποίησης.

1.2.5 Κεφάλαιο 5: Μεθοδολογία Πειραματικής Έρευνας

Το κεφάλαιο αυτό περιγράφει τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη διεξαγωγή της πειραματικής έρευνας. Περιλαμβάνει την διαδικασία του πειραματισμού που ακολουθήθηκε με στόχο την επίλυση των προβλημάτων που προκύπτουν από την εκτέλεση της εφαρμογής σε διαφορετικούς υπολογιστές με μεγάλη απόκλιση στην επεξεργαστική ισχύ. Ακόμα, περιγράφει τις ρυθμίσεις και τις παραμετροποιήσεις που χρειάστηκαν ώστε να λυθούν τα προβλήματα που προέκυψαν στα πειράματα.

1.2.6 Κεφάλαιο 6: Το Σύστημα σε Λειτουργία

Αυτό το κεφάλαιο περιγράφει λεπτομερώς τη λειτουργία του συστήματος, παρουσιάζοντας την πρακτική εφαρμογή του μέσα από διάφορα σενάρια χρήσης. Περιλαμβάνει στιγμιότυπα οθόνης (screenshots) που απεικονίζουν την αλληλεπίδραση του χρήστη με την εφαρμογή, καθώς και την αναπαράσταση διαφορετικών λειτουργικών σεναρίων που ενδέχεται να προκύψουν κατά τη χρήση του συστήματος. Το κεφάλαιο αυτό στοχεύει να δώσει μια ολοκληρωμένη εικόνα της λειτουργικότητας του συστήματος σε ρεαλιστικό περιβάλλον, επισημαίνοντας τις δυνατότητες και τους περιορισμούς του κατά τη χρήση του από τον τελικό χρήστη.

1.2.7 Κεφάλαιο 7: Αποτελέσματα

Το κεφάλαιο αυτό παρουσιάζει τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την πειραματική εφαρμογή του συστήματος. Περιλαμβάνει αναλυτικά στατιστικά στοιχεία, όπως οι χρόνοι απόκρισης (response times), οι επιδόσεις του συστήματος σε διαφορετικές συνθήκες και οι συγκρίσεις μεταξύ των εκτελέσεων σε υπολογιστές με διαφορετική επεξεργαστική ισχύ.

1.2.8 Κεφάλαιο 8: Επίλογος και Συμπεράσματα

Το κεφάλαιο αυτό συνοψίζει τα βασικά ευρήματα της έρευνας και της υλοποίησης. Εδώ, παρουσιάζονται τα τελικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την εργασία, καθώς και προτάσεις για μελλοντική έρευνα και πιθανές βελτιώσεις.

1.2.9 Κεφάλαιο 9: Βιβλιογραφία

Στο κεφάλαιο αυτό παρατίθεται η πλήρης λίστα των βιβλιογραφικών αναφορών που χρησιμοποιήθηκαν στη διπλωματική εργασία, σύμφωνα με το πρότυπο αναφοράς που έχει επιλεγεί.

1.2.10 Κεφάλαιο 10: Παραρτήματα

Στο κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνονται χρήσιμα παραρτήματα που υποστηρίζουν την εργασία. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνει τον αναλυτικό κώδικα της εφαρμογής, ο οποίος είναι διαθέσιμος στο GitHub, οδηγίες για την εγκατάσταση και εκτέλεση της εφαρμογής μέσω Docker, καθώς και μια ενότητα αντιμετώπισης συχνών προβλημάτων (FAQ) που μπορεί να προκύψουν κατά τη χρήση της.

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Τεχνολογίες Αναγνώρισης Προσώπου και Σώματος

2.1.1 Ιστορική Αναδρομή

Η ανάπτυξη της αυτοματοποιημένης τεχνολογίας αναγνώρισης προσώπου ξεκίνησε τη δεκαετία του 1960, με τα πρώιμα συστήματα να απαιτούν ανθρώπινη παρέμβαση για τον εντοπισμό των χαρακτηριστικών του προσώπου - όπως φαίνεται και στην Εικόνα 1 (248). Στη δεκαετία του 1990, το πρόγραμμα FERET της κυβέρνησης των ΗΠΑ (Patrick J. Rauss, Jonathan Phillips, Mark K. Hamilton, and A. Trent DePersia, 1997) αξιολόγησε συστήματα αναγνώρισης προσώπου, οδηγώντας στην ίδρυση εταιρειών που πωλούσαν αυτοματοποιημένα συστήματα αναγνώρισης προσώπου.

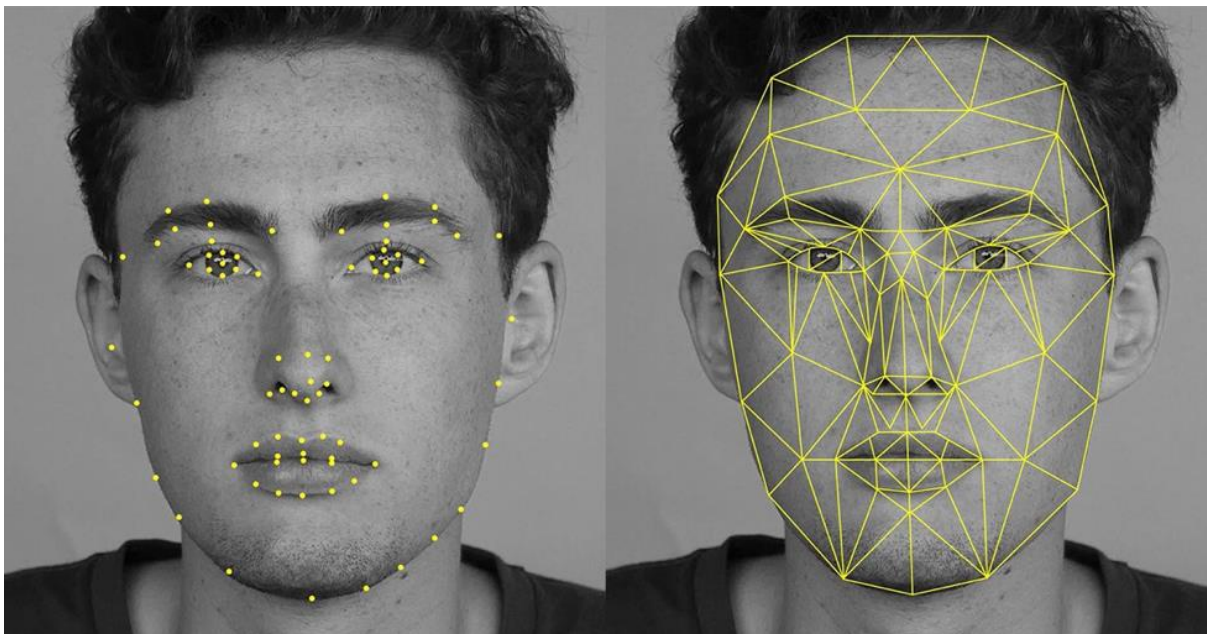


Εικόνα 1 Φωτογραφία από το 1965 κατά την ανάπτυξη της πρώτης τεχνολογίας αναγνώρισης προσώπου (Raviv, 21)

Η τεχνολογία χρησιμοποιήθηκε αρχικά από το Υπουργείο Μηχανοκίνητων Οχημάτων (DMV) στις ΗΠΑ για την πρόληψη απάτης και αργότερα από τις υπηρεσίες επιβολής του νόμου για την παρακολούθηση εγκληματιών (Gates, 2011). Τις δεκαετίες του 1990 και του 2000, οι ερευνητές ανέπτυξαν νέους αλγόριθμους, συμπεριλαμβανομένων των Eigenfaces και Fisherfaces, οι οποίοι βελτίωσαν την ακρίβεια της αναγνώρισης προσώπου (King, I., Wang, J.,

Chan, L., & Wang, D., 2006). Ο αλγόριθμος Viola-Jones, που αναπτύχθηκε το 2001, επέτρεψε την ανίχνευση προσώπου σε πραγματικό χρόνο σε βίντεο (Li, S. Z., & Jain, A. K., 2011).

Σήμερα, η τεχνολογία αναγνώρισης προσώπου χρησιμοποιείται σε διάφορες εφαρμογές και λειτουργεί με εμφανώς πολύ πιο σύγχρονους, αυτοματοποιημένους και βελτιστοποιημένους αλγορίθμους όπως φαίνεται και στην οπτικοποίηση στην Εικόνα 2. Η χρήση της αναγνώρισης προσώπου στην σύγχρονη εποχή είναι όλο και πιο εμφανής, με πολλαπλά παραδείγματα όπως η επιβολή του νόμου (James Clayton, Ben Derico, 2023), η εθνική ασφάλεια (Amadeus, 2019), ακόμη και σε συνθήκες πραγματικού πολέμου, όπως φαίνεται στη χρήση του λογισμικού αναγνώρισης προσώπου του Clearview AI από την Ουκρανία για την αναγνώριση νεκρών Ρώσων στρατιωτών (War in Ukraine, n.d.).



Εικόνα 2 Οπτικοποίηση της αναγνώρισης προσώπου με σύγχρονες τεχνολογίες (Infolob primer on facial recognition and AI, 2019)

2.1.2 Σύγχρονες Τεχνικές και Εφαρμογές

Στην παρούσα εποχή, οι τεχνικές αυτόματης αναγνώρισης προσώπου έχουν σημειώσει σημαντική πρόοδο. Παρά το γεγονός ότι η απόδοση κάθε συστήματος μπορεί να διαφέρει, γενικά, η αναγνώριση προσώπου θεωρείται αξιόπιστη τεχνολογία (Kumar, S., Sathya, D., Singh, D., & Singh, S. K., 2014) (Elmahmudi, A., & Ugail, H., 2019). Για αυτόν τον λόγο, συστήματα αναγνώρισης προσώπου χρησιμοποιούνται ευρέως τόσο από ιδιωτικές εταιρίες όσο και από κυβερνητικές αρχές. Ωστόσο, η χρήση αυτών των τεχνολογιών εγείρει σοβαρά ζητήματα ιδιωτικότητας και ασφάλειας (Wiewiórowski, 2020). Επιπλέον, το γεγονός ότι το νομοθετικό πλαίσιο διαφέρει από χώρα σε χώρα, καθιστά την εφαρμογή τέτοιων τεχνολογιών ιδιαίτερα περίπλοκη.

2.2 Αναγνώριση Σώματος και Προσώπου σε Παιχνίδια

Στη βιομηχανία των βιντεοπαιχνιδιών, η χρήση τεχνολογιών αναγνώρισης σώματος και προσώπου έχει εδραιωθεί τα τελευταία χρόνια, με τις πρώτες εμφανίσεις να γίνονται από εταιρίες κορυφή στην παραγωγή βιντεοπαιχνιδιών όπως η Nintendo και η Microsoft. Η

εισαγωγή αυτών των τεχνολογιών στοχεύει στην ενίσχυση της διαδραστικότητας και της αίσθησης εμπύθισης των παικτών. Για παράδειγμα, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3, η Nintendo παρουσίασε το Wii με την τεχνολογία MotionPlus η οποία επιτρέπει την παρακολούθηση των κινήσεων του σώματος του χρήστη σε πραγματικό χρόνο, προσφέροντας μια πιο καθηλωτική εμπειρία παιχνιδιού (Nintendo, 2008).



"It's the perfect way to bring all the ages together."
Tracey Clark

My Wii story – Tracey Clark "The great thing about Wii is how fun it is for anyone to play. At one family gathering, my husband and I, our girls, his parents, my parents—even my 80-year-old grandmother—were all playing. Four generations! Everyone was having a great time, laughing and playing. It was very physical, really funny and entertaining. And the fact that it's as interesting to play for my husband and I as it is for the kids is really a feat."

Tell us your Wii story @mywii.com

 wii.com
The wii logo is a trademark of Nintendo. © 2007 Nintendo.



Εικόνα 3 Διαφήμιση του Motion Plus της Nintendo από 13/12/2012 (Stars and Avatars: Final Project, 2012)

Ακολούθησε η Microsoft, η οποία το 2010 εισήγαγε το Kinect, ένα σύστημα που ενσωματώνει κάμερες και αισθητήρες για την ανίχνευση της κίνησης του σώματος και του προσώπου. Το Kinect ήταν πρωτοποριακό, καθώς επέτρεψε στους χρήστες να ελέγχουν το παιχνίδι μέσω των κινήσεών τους, χωρίς την ανάγκη για χειριστήριο. Η τεχνολογία αυτή αναγνώριζε συγκεκριμένες χειρονομίες και εκφράσεις του προσώπου, δημιουργώντας μια νέα διάσταση αλληλεπίδρασης με το ψηφιακό περιβάλλον. Ένα παράδειγμα λειτουργία του αισθητήρα του Microsoft Kinect φαίνεται στην Εικόνα 4 (How Kinect depth sensor works – stereo triangulation?, 2010).



Εικόνα 4 Ο αισθητήρας του Microsoft Kinect σε λειτουργία (Microsoft to launch Kinect for Windows sensor in 2014, 2013)

Η χρήση αυτών των τεχνολογιών δεν περιορίζεται μόνο σε φυσική διάδραση. Πολλές σύγχρονες πλατφόρμες παιχνιδιών ενσωματώνουν την αναγνώριση προσώπου για την εξατομίκευση της εμπειρίας του χρήστη. Μέσω αυτής της τεχνολογίας, το σύστημα μπορεί να ανιχνεύσει το πρόσωπο του χρήστη και να προσαρμόσει το παιχνίδι ανάλογα με τις προτιμήσεις του ή ακόμα και να δημιουργήσει έναν ψηφιακό χαρακτήρα που μοιάζει στο πρόσωπο του παίκτη. (Wood, 2023)

2.3 Ανασκόπηση Σχετικών Ερευνών και Εργασιών

Η ανάπτυξη μιας διαδικτυακής πλατφόρμας που παρακολουθεί τη στάση του σώματος ενός παίκτη σε πραγματικό χρόνο, επιτρέπει την αλληλεπίδραση μέσω βιομετρικής εισροής και προσαρμόζει την προωθητική ενέργεια βάσει ηλικίας και φύλου, αποτελεί έναν σύνθετο και πολύπλευρο τομέα έρευνας. Σε αυτό το κεφάλαιο, θα αναλυθούν οι σχετικές έρευνες και εργασίες που αφορούν τις τεχνολογίες αναγνώρισης σώματος και προσώπου, την ανάπτυξη παιχνιδιών με χρήση βιομετρικών δεδομένων, τις προσωποποιημένες προσφορές, την εμπειρία χρήστη, καθώς και τα ηθικά και νομικά ζητήματα που προκύπτουν από τη χρήση βιομετρικών δεδομένων.

2.3.1 Τεχνολογίες Αναγνώρισης Σώματος και Προσώπου

Οι τεχνολογίες αναγνώρισης σώματος και προσώπου έχουν αναπτυχθεί ραγδαία τις τελευταίες δεκαετίες, με κύρια πεδία εφαρμογής την ασφάλεια (Z. Jian, 2010) (Niu, 2018), την υγειονομική περίθαλψη (Chen, 2022) (Strzelecki, M. H., Strąkowska, M., Kozłowski, M., Urbanićzyk, T., Wielowieyska-Szybińska, D., & Kociołek, M., 2021), και την ψυχαγωγία (Xie, T., Chen, Z., Cao, M., Hu, P., Zeng, Y., & Pan, Z., 2020) (Lee, 2008). Η αναγνώριση σώματος περιλαμβάνει την παρακολούθηση της κίνησης και της στάσης του σώματος, η οποία γίνεται μέσω καμερών και αισθητήρων. Αυτές οι τεχνολογίες επιτρέπουν την εξαγωγή σημαντικών δεδομένων για την φυσική κατάσταση του ατόμου, την πρόβλεψη της πρόθεσης του και την αλληλεπίδραση με ψηφιακά συστήματα. Οι τεχνολογίες αναγνώρισης προσώπου, από την

άλλη πλευρά, περιλαμβάνουν την αναγνώριση και ανάλυση των χαρακτηριστικών του προσώπου, όπως οι εκφράσεις, οι γραμμές και οι γωνίες του προσώπου (Bruce, 1986). Η χρήση αυτών των τεχνολογιών σε ένα πλαίσιο παιχνιδιών επιτρέπει την άμεση αλληλεπίδραση μεταξύ του χρήστη και του συστήματος. Οι κινήσεις του σώματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ελέγξουν την δράση μέσα στο παιχνίδι, δημιουργώντας μια πιο εμπυθιστική και διαδραστική εμπειρία (Caserman, 2021). Σημαντικό μέρος της έρευνας εστιάζει στην ακριβή καταγραφή και ανάλυση της κίνησης σε πραγματικό χρόνο, καθώς και στην ενσωμάτωση των δεδομένων αυτών σε συστήματα τεχνητής νοημοσύνης, που μπορούν να προβλέψουν την πρόθεση του χρήστη ή να προσαρμόσουν το περιβάλλον του παιχνιδιού ανάλογα με τη φυσική του κατάσταση. (Dang, 2017)

2.3.2 Προσωποποιημένες Προσφορές Βασισμένες στην Ηλικία και το Φύλο: Εμπειρία Χρήστη και Εμπλοκή

Οι προσωποποιημένες προσφορές, ειδικά αυτές που βασίζονται σε δημογραφικά δεδομένα όπως η ηλικία και το φύλο, έχουν αποτελέσει αντικείμενο εκτενούς έρευνας στον τομέα του ψηφιακού μάρκετινγκ και της ανάλυσης καταναλωτικής συμπεριφοράς. Η έρευνα δείχνει ότι οι προσφορές που είναι προσαρμοσμένες στα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του χρήστη, όπως η ηλικία και το φύλο, έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα επιτυχίας σε σύγκριση με μη στοχευμένες προσφορές (Higgins, 2018). Η κατανόηση αυτών των δημογραφικών παραγόντων επιτρέπει στις επιχειρήσεις να δημιουργούν πιο στοχευμένες και σχετικές προτάσεις, οι οποίες ευθυγραμμίζονται καλύτερα με τις ανάγκες και τις προτιμήσεις των καταναλωτών.

Ένα σημαντικό εύρημα των ερευνών είναι ότι η προσωποποίηση βασισμένη σε δημογραφικά στοιχεία ενισχύει την αίσθηση του χρήστη ότι κατανοείται και εκτιμάται από την επιχείρηση (Fernandez-Lanvin, 2018). Με αυτόν τον τρόπο, οι χρήστες αισθάνονται ότι λαμβάνουν αξία από τις προσφορές που τους γίνονται, καθώς αυτές είναι πιο σχετικές με την προσωπική τους κατάσταση. Οι μελέτες δείχνουν ότι αυτή η μορφή προσωποποίησης όχι μόνο αυξάνει τα ποσοστά αποδοχής των προσφορών αλλά και ενισχύει τη γενικότερη ικανοποίηση και εμπλοκή των χρηστών με την πλατφόρμα ή το εμπορικό σήμα (Streicher, 2016) (Altmeyer, 2021) (Tondello, 2020).

Παράλληλα, η προσαρμογή των προσφορών σε πραγματικό χρόνο με βάση τις αλλαγές στις προτιμήσεις και τις ανάγκες του χρήστη αποτελεί ένα άλλο σημαντικό στοιχείο που έχει μελετηθεί. Έρευνες έχουν δείξει ότι η δυνατότητα του συστήματος να προσαρμόζεται δυναμικά στις ανάγκες του χρήστη οδηγεί σε μεγαλύτερη ικανοποίηση και αυξάνει τη μακροπρόθεσμη αφοσίωση των χρηστών (Hajarjian, 2019). Η συνεχής συλλογή και ανάλυση δεδομένων καθιστά δυνατή την ανανέωση και προσαρμογή των προσφορών, διατηρώντας την εμπειρία του χρήστη σχετική και ενδιαφέρουσα.

Συνολικά, οι σχετικές έρευνες επιβεβαιώνουν ότι η ενσωμάτωση ηλικίας και φύλου στην ανάπτυξη προσωποποιημένων προσφορών είναι μια ιδιαίτερα αποτελεσματική στρατηγική που ενισχύει την αποδοχή των προσφορών και βελτιώνει την εμπειρία του χρήστη. Η επιτυχία αυτής της προσέγγισης οφείλεται στη δυνατότητα των συστημάτων να κατανοούν και να προσαρμόζονται στις ιδιαίτερες ανάγκες του χρήστη, προσφέροντας προτάσεις που είναι άμεσα συναφείς και προσωπικές.

2.3.3 Ηθικά και Νομικά Ζητήματα στην Χρήση Προσωπικών Δεδομένων

Η χρήση των προσωπικών δεδομένων του χρήστη ως μέρος της προωθητικής ενέργειας, παρόλο που προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα, εγείρει επίσης σοβαρά ηθικά και νομικά

ζητήματα. Αν τα δεδομένα που συλλέγονται είναι προσωπικά και ευαίσθητα, η χρήση τους πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή για να προστατεύεται η ιδιωτικότητα των χρηστών. Οι ρυθμίσεις όπως ο Γενικός Κανονισμός για την Προστασία Δεδομένων (GDPR) στην Ευρωπαϊκή Ένωση θέτουν αυστηρούς κανόνες για τη συλλογή, αποθήκευση και επεξεργασία τέτοιων δεδομένων (Christopher Kuner (ed.), 2020).

Στην ανάπτυξη της πλατφόρμας αυτής, είναι κρίσιμο να λαμβάνονται υπόψη οι νομικές απαιτήσεις και οι ηθικές διαστάσεις της χρήσης προσωπικών δεδομένων. Οι χρήστες πρέπει να ενημερώνονται με σαφήνεια για το ποια δεδομένα συλλέγονται, πώς χρησιμοποιούνται και πώς προστατεύονται. Επιπλέον, πρέπει να έχουν την δυνατότητα να επιλέξουν αν θέλουν ή όχι να συμμετέχουν, καθώς και να μπορούν να ανακαλέσουν τη συναίνεσή τους οποιαδήποτε στιγμή. Η προστασία των δεδομένων και η διαφάνεια είναι απαραίτητα για την διασφάλιση της εμπιστοσύνης των χρηστών και της συμμόρφωσης με τις νομικές απαιτήσεις. (Pins, D., Jakobi, T., Stevens, G., Alizadeh, F., & Krüger, J., 2022) (Vrabec, 2021)

3. Ανάλυση και Προκλήσεις

3.1 Ανίχνευση Σώματος και Προσώπου για Διάδραση σε Παιχνίδια

Η ανίχνευση σώματος και προσώπου αποτελεί ένα από τα πλέον κρίσιμα ζητήματα στον τομέα της διάδρασης σε ψηφιακά παιχνίδια, ειδικότερα στην εφαρμογή της παρούσας διπλωματικής που βασίζεται στην σε τεχνολογίες ανίχνευσης σώματος και προσώπου και αυτές επηρεάζουν σημαντικά την τελική αξιολόγηση της εφαρμογής. Συνεπώς, η αξιοπιστία και η ακρίβεια στην αναγνώριση των κινήσεων του χρήστη είναι θεμελιώδους σημασίας. Η ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών παρέχει μια πιο καθηλωτική και διαδραστική εμπειρία παιχνιδιού, ωστόσο η επίτευξη αυτών των στόχων συνοδεύεται από σημαντικές τεχνικές προκλήσεις.

Η τεχνολογία της ανίχνευσης βασίζεται κυρίως σε αλγόριθμους μηχανικής μάθησης, οι οποίοι καλούνται να αναγνωρίσουν και να κατανοήσουν τις κινήσεις του χρήστη μέσα από την ανάλυση εικόνων και βίντεο που λαμβάνονται από την κάμερα. Η ακρίβεια και η αποτελεσματικότητα αυτών των αλγορίθμων εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα και την ποικιλία των δεδομένων εκπαίδευσης που χρησιμοποιούνται (Garbage In – Garbage Out). Τα δεδομένα αυτά πρέπει να περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα κινήσεων και συνθηκών φωτισμού, καθώς και διάφορους τύπους σωμάτων και προσώπων, προκειμένου οι αλγόριθμοι να μπορέσουν να ανταποκριθούν σε διαφορετικά σενάρια χρήσης. Για τους λόγους αυτούς η εκπαίδευση των αντίστοιχων μοντέλων ή η επιλογή των έτοιμων μοντέλων πρέπει να γίνει κάτω από έναν αυστηρό έλεγχο ποιότητας των αποτελεσμάτων που εξάγονται.



Εικόνα 5 Garbage In - Garbage Out (Kumar, 2018)

Σε περίπτωση εκπαίδευσης καινούργιου μοντέλου, η εκπαίδευση με μεγάλα σύνολα δεδομένων είναι απαραίτητη για την επίτευξη υψηλής ακρίβειας που απαιτούν οι στόχοι που έχουν τεθεί για την παρούσα διπλωματική. Ωστόσο, η συγκέντρωση και η διαχείριση αυτών των δεδομένων αποτελούν από μόνες τους μια σημαντική πρόκληση. Τα δεδομένα πρέπει να είναι πλήρως ανωνυμοποιημένα και να τηρούνται οι αυστηρές προδιαγραφές

προστασίας προσωπικών δεδομένων, κάτι που προσθέτει ένα επιπλέον επίπεδο πολυπλοκότητας στη διαδικασία ανάπτυξης. Επιπλέον, οι αλγόριθμοι πρέπει να είναι ικανοί να επεξεργάζονται τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, προκειμένου να επιτυγχάνεται ομαλή και φυσική διάδραση με το παιχνίδι. Η ανάγκη για χαμηλή καθυστέρηση (latency) είναι κρίσιμη, καθώς ακόμα και μικρές καθυστερήσεις στην ανίχνευση των κινήσεων μπορούν να διαταράξουν την εμπειρία του χρήστη και να μειώσουν την αίσθηση αμεσότητας που είναι τόσο σημαντική στα διαδραστικά παιχνίδια.

Εν κατακλείδι, η ανάπτυξη αξιόπιστων και ακριβών συστημάτων ανίχνευσης σώματος και προσώπου αποτελεί μια από τις πιο απαιτητικές πτυχές της δημιουργίας διαδραστικών παιχνιδιών. Η επιτυχία της εξαρτάται από την προσεκτική σχεδίαση των αλγορίθμων μηχανικής μάθησης, την αποτελεσματική εκπαίδευση τους με πλούσια και ποικίλα σύνολα δεδομένων, καθώς και από την ικανότητά τους να ανταποκρίνονται σε πραγματικό χρόνο στις απαιτήσεις του παιχνιδιού.

3.2 Προκλήσεις στην Ανίχνευση Προσώπου σε Πραγματικό Χρόνο

Η ανίχνευση προσώπου σε πραγματικό χρόνο αποτελεί μία από τις πιο συναρπαστικές και ταυτόχρονα περίπλοκες τεχνολογίες στον τομέα της υπολογιστικής όρασης. Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, η ανίχνευση προσώπου παίζει σημαντικό ρόλο, καθώς αποτελεί τη βάση για τον υπολογισμό της ηλικίας και του φύλου του παίκτη. Σκοπός του σωστού υπολογισμού της ηλικίας του και του φύλου του είναι η εξατομικευμένη προσφορά που θα έχει προσαρμοστεί σε αυτόν, να έχει τις περισσότερες πιθανότητες να τον ενδιαφέρει. Η διαδικασία της αναγνώρισης προσώπου, ωστόσο, αντιμετωπίζει πολλές προκλήσεις που σχετίζονται με την ακρίβεια, την ταχύτητα και την προσαρμοστικότητα των αλγορίθμων ανίχνευσης. Στην ενότητα αυτή, θα αναλυθούν οι κυριότερες από αυτές τις προκλήσεις.

3.2.1 Διαφορετικές Συνθήκες Φωτισμού

Μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις στην ανίχνευση προσώπου σε πραγματικό χρόνο είναι η μεταβλητότητα στις συνθήκες φωτισμού. Το πρόσωπο ενός ατόμου μπορεί να εμφανίζεται διαφορετικά ανάλογα με το φως που το περιβάλλει, γεγονός που δυσκολεύει την ανίχνευση. Σκοτεινές ή υπερβολικά φωτεινές συνθήκες μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση των αλγορίθμων, οδηγώντας σε σφάλματα ή σε καθυστερήσεις στην αναγνώριση.

3.2.2 Διαφορετικές Γωνίες Λήψης

Η γωνία λήψης ενός προσώπου μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την ικανότητα ανίχνευσής του. Ένα πρόσωπο που είναι στραμμένο κατά μέρος, ή κεκλιμένο, μπορεί να παρουσιάζει δυσκολίες στην ανίχνευση των χαρακτηριστικών του, όπως τα μάτια, η μύτη και το στόμα. Οι αλγόριθμοι ανίχνευσης πρέπει να είναι σε θέση να εντοπίζουν το πρόσωπο και τα χαρακτηριστικά του ακόμα και όταν αυτό βρίσκεται σε ασυνήθιστες γωνίες ή στάσεις.

3.2.3 Εναλλαγές στην Έκφραση του Προσώπου

Οι εναλλαγές στην έκφραση του προσώπου, όπως το χαμόγελο, η έκπληξη ή η θλίψη, μπορούν να δυσκολέψουν την ανίχνευση. Οι αλγόριθμοι πρέπει να μπορούν να προσαρμόζονται στις αλλαγές αυτές και να ανιχνεύουν το πρόσωπο ανεξάρτητα από την έκφραση του χρήστη.

3.2.4 Κινητικότητα του Χρήστη

Σε ένα περιβάλλον πραγματικού χρόνου, ο χρήστης μπορεί να κινείται διαρκώς, προσθέτοντας μία ακόμα πρόκληση στην ανίχνευση προσώπου. Η κινητικότητα μπορεί να περιλαμβάνει τόσο την κίνηση του κεφαλιού όσο και του σώματος, γεγονός που απαιτεί οι αλγόριθμοι να είναι ικανοί να παρακολουθούν το πρόσωπο του χρήστη χωρίς απώλεια ακρίβειας.

3.2.5 Διαφορές στα Φυσικά Χαρακτηριστικά των Χρηστών

Η μεγάλη ποικιλία φυσικών χαρακτηριστικών μεταξύ των χρηστών, όπως το χρώμα του δέρματος, η παρουσία γυαλιών ή γενειάδας, και οι διαφορές στα χαρακτηριστικά του προσώπου, μπορούν να επηρεάσουν την ακρίβεια της ανίχνευσης. Ένας αλγόριθμος που δεν έχει εκπαιδευτεί επαρκώς σε ένα ευρύ φάσμα χαρακτηριστικών μπορεί να παρουσιάζει μειωμένη απόδοση σε συγκεκριμένες περιπτώσεις.

3.2.6 Υπολογιστικοί Περιορισμοί

Η ανίχνευση προσώπου σε πραγματικό χρόνο απαιτεί σημαντικούς υπολογιστικούς πόρους, ιδιαίτερα όταν η διαδικασία πρέπει να είναι άμεση και συνεχής. Οι αλγόριθμοι πρέπει να είναι αρκετά αποδοτικοί ώστε να λειτουργούν σε συσκευές με περιορισμένους πόρους, όπως smartphones ή tablets, χωρίς να θυσιάζουν την ακρίβεια και την ταχύτητα.

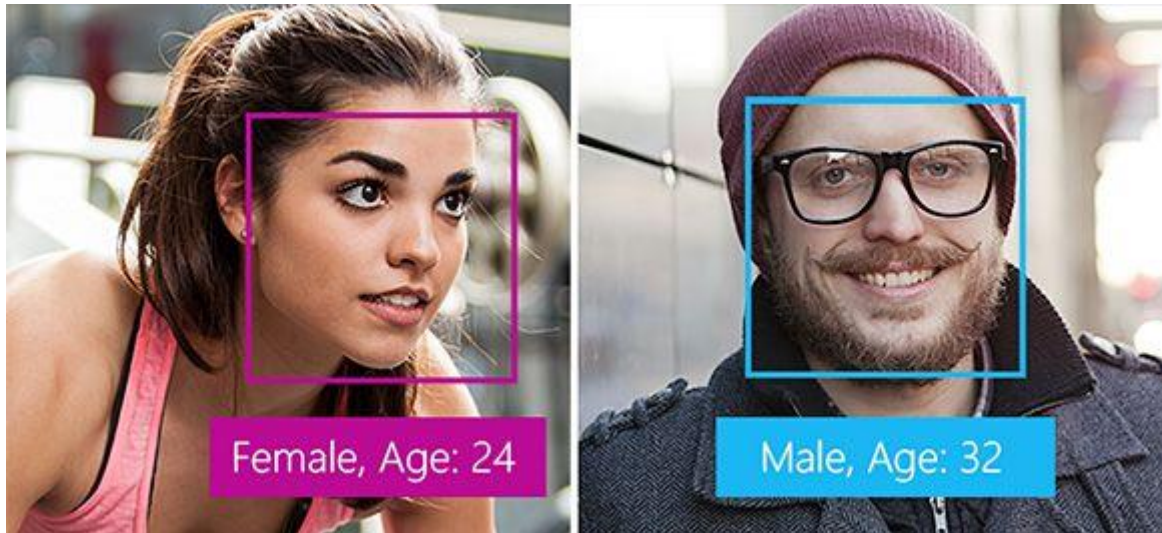
3.2.7 Συμπέρασμα

Η ανίχνευση προσώπου σε πραγματικό χρόνο είναι ένας σύνθετος τομέας που παρουσιάζει πολλές προκλήσεις, όπως οι διαφορετικές συνθήκες φωτισμού, οι γωνίες λήψης, οι εναλλαγές στην έκφραση του προσώπου, η κινητικότητα του χρήστη, οι διαφορές στα φυσικά χαρακτηριστικά, και οι υπολογιστικοί περιορισμοί. Η επιτυχής αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη εφαρμογών που απαιτούν ακριβή ανάλυση της στάσης του σώματος σε πραγματικό χρόνο, όπως αυτή που εξετάζεται στη διπλωματική εργασία.

Μία από τις προσεγγίσεις για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων είναι η χρήση έτοιμων βιβλιοθηκών που εξειδικεύονται στην ανίχνευση προσώπου. Αυτές οι βιβλιοθήκες παρέχουν έτοιμες λύσεις για πολλές από τις προκλήσεις που αναφέρθηκαν, διευκολύνοντας την ανάπτυξη και εξασφαλίζοντας αξιόπιστη και αποδοτική λειτουργία. Με την κατάλληλη ενσωμάτωση αυτών των εργαλείων, είναι εφικτό να δημιουργηθεί μια εφαρμογή που θα προσφέρει εξατομικευμένη και συναρπαστική εμπειρία παιχνιδιού στον χρήστη.

3.3 Αναγνώριση Ηλικίας και Φύλου

Η αναγνώριση της ηλικίας και του φύλου μέσω της ανάλυσης προσώπου αποτελεί ένα από τα πιο απαιτητικά προβλήματα στον τομέα της υπολογιστικής όρασης και της τεχνητής νοημοσύνης. Οι προκλήσεις που προκύπτουν από την ανάγκη για ακριβή εκτίμηση της ηλικίας και του φύλου βασίζονται σε πολυάριθμους παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των συστημάτων αναγνώρισης.



Εικόνα 6 Παράδειγμα αναγνώρισης φύλου και ηλικίας (Age, Gender and Emotion Detection: Face Recognition – AI in PictoBlox, n.d.)

3.3.1 Ποικιλία ανθρώπινων χαρακτηριστικών

Αρχικά, η ποικιλία των ανθρώπινων προσώπων δημιουργεί σημαντικά εμπόδια στην αναγνώριση. Τα πρόσωπα διαφέρουν μεταξύ τους σε χαρακτηριστικά όπως το σχήμα, η υφή του δέρματος, και η ύπαρξη χαρακτηριστικών όπως γυαλιά ή γενειάδα. Επιπλέον, η ηλικία επηρεάζει την εμφάνιση του προσώπου με διαφορετικούς τρόπους, κάνοντας δύσκολη την ακριβή εκτίμηση, ιδιαίτερα στις μεσαίες ηλικίες όπου οι διαφορές μπορεί να είναι λιγότερο εμφανείς.

3.3.2 Εξωγενείς παράγοντες

Ένα επιπλέον πρόβλημα συνδέεται με την ποικιλία των εξωτερικών συνθηκών κατά τη λήψη των εικόνων. Οι μεταβολές στον φωτισμό, στη γωνία λήψης, και στις εκφράσεις του προσώπου μπορούν να αλλοιώσουν τα οπτικά χαρακτηριστικά, μειώνοντας την ικανότητα των συστημάτων να αναγνωρίσουν σωστά την ηλικία και το φύλο. Η εξάρτηση της αναγνώρισης από τέτοιες μεταβλητές καταδεικνύει την πολυπλοκότητα του προβλήματος.

3.3.3 Ανισότητα δεδομένων στις ήδη διαθέσιμες βάσεις

Ακόμη, η ανισοκατανομή των δεδομένων στις διαθέσιμες βάσεις δεδομένων αποτελεί έναν σοβαρό περιορισμό. Συγκεκριμένες ηλικιακές ομάδες ή φύλα μπορεί να υποεκπροσωπούνται, γεγονός που οδηγεί σε μεροληψία κατά την εκπαίδευση των μοντέλων. Αυτό μπορεί να προκαλέσει σημαντική μείωση της ακρίβειας του συστήματος για αυτές τις κατηγορίες.

3.3.4 Πρόβλημα γενίκευσης

Τέλος, υπάρχει το ζήτημα της γενίκευσης των αποτελεσμάτων. Ένα σύστημα αναγνώρισης που έχει εκπαιδευτεί σε ένα συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων μπορεί να μην αποδίδει εξίσου καλά σε ένα διαφορετικό σύνολο εικόνων, ιδιαίτερα αν αυτές διαφέρουν σημαντικά σε ποιότητα ή ποικιλία από τις εικόνες της εκπαίδευσης.

Η αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων απαιτεί τη χρήση σύνθετων αλγορίθμων και τεχνικών. Ωστόσο, η ανάπτυξη ενός έτοιμου μοντέλου που να είναι ικανό να ανταποκρίνεται

στις παραπάνω δυσκολίες θα μπορούσε να αποτελέσει μια αξιόπιστη λύση, προσφέροντας μια ισχυρή προσέγγιση για την αναγνώριση της ηλικίας και του φύλου με υψηλή ακρίβεια.

3.4 Χρήση Μοντέλων Χωρίς Σύνδεση στο Διαδίκτυο (Offline)

Η χρήση μοντέλων ανάλυσης δεδομένων χωρίς σύνδεση στο διαδίκτυο (offline) παρουσιάζει μια σειρά από προκλήσεις που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την ανάπτυξη και εφαρμογή τους. Αν και τα offline μοντέλα προσφέρουν πλεονεκτήματα, όπως η αυξημένη ασφάλεια δεδομένων και η αυτονομία από τη διαθεσιμότητα δικτύου, υπάρχουν σημαντικά ζητήματα που περιορίζουν την αποδοτικότητα και τη λειτουργικότητά τους.

3.4.1 Απαιτήση για υπολογιστική ισχύ στον χρήστη

Αρχικά, ένα από τα βασικά προβλήματα είναι η ανάγκη για αυξημένη υπολογιστική ισχύ τοπικά. Εφόσον τα μοντέλα δεν βασίζονται σε απομακρυσμένους διακομιστές για την επεξεργασία των δεδομένων, απαιτείται η ύπαρξη ισχυρού hardware στην τοπική συσκευή, κάτι που μπορεί να είναι κοστοβόρο και ενεργοβόρο. Επιπλέον, η ανάγκη για συνεχείς ενημερώσεις του μοντέλου για τη διατήρηση της απόδοσής του προσθέτει επιπλέον βάρος στη διαχείριση της υποδομής.

3.4.2 Στατικότητα εκπαίδευσης

Ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα αφορά την περιορισμένη δυνατότητα πρόσβασης σε μεγάλα σύνολα δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Χωρίς σύνδεση στο διαδίκτυο, τα μοντέλα δεν μπορούν να αξιοποιήσουν δεδομένα που βρίσκονται σε απομακρυσμένες βάσεις δεδομένων ή να ενσωματώσουν νέα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, περιορίζοντας έτσι την ικανότητα του μοντέλου να προσαρμόζεται σε νέες συνθήκες ή να βελτιώνει τις προβλέψεις του με βάση τα πιο πρόσφατα δεδομένα.

3.4.3 Κίνδυνος υπερπροσαρμογής

Επιπλέον, τα offline μοντέλα είναι ευάλωτα σε προβλήματα που αφορούν τη γενίκευση. Δεδομένου ότι η εκπαίδευσή τους βασίζεται σε ένα πεπερασμένο σύνολο δεδομένων που είναι αποθηκευμένο τοπικά, υπάρχει κίνδυνος υπερπροσαρμογής (overfitting) σε αυτά τα δεδομένα. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη ακρίβεια όταν το μοντέλο αντιμετωπίζει νέα, ανεξερεύνητα δεδομένα, κάτι που είναι ιδιαίτερος κρίσιμος σε εφαρμογές όπου η ποικιλία των εισερχόμενων δεδομένων είναι μεγάλη.

3.5 Προκλήσεις στην Δημιουργία Παιχνιδιών

Η δημιουργία ψηφιακών παιχνιδιών αποτελεί έναν σύνθετο και απαιτητικό τομέα, όπου οι προκλήσεις δεν περιορίζονται μόνο στις τεχνικές πτυχές. Ιδιαίτερα όταν πρόκειται για την ανάπτυξη μικρών παιχνιδιών που απευθύνονται σε κοινό ευρείας ηλικιακής γκάμας και έχουν ως βασικό στόχο τη διατήρηση της προσοχής του χρήστη, οι σχεδιαστικές προκλήσεις γίνονται ακόμη πιο έντονες.

3.5.1 Διάρκεια και ποσότητα παιχνιδιών

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι η διάρκεια των παιχνιδιών. Τα παιχνίδια αυτά οφείλουν να είναι αρκετά σύντομα, ώστε να αποφεύγεται η κόπωση και η ενδεχόμενη απώλεια ενδιαφέροντος του χρήστη πριν ολοκληρωθούν τα στάδια του παιχνιδιού. Η πρόωρη εγκατάλειψη του παιχνιδιού από τον χρήστη μπορεί να

επηρεάσει αρνητικά την αποτελεσματικότητα της προωθητικής ενέργειας που το παιχνίδι επιδιώκει να ενισχύσει. Πέραν αυτού, η ποσότητα των παιχνιδιών που προσφέρονται στον χρήστη είναι ένας άλλος κρίσιμος παράγοντας. Ένας μεγάλος αριθμός παιχνιδιών μπορεί να δημιουργήσει την αίσθηση της υπερβολικής δέσμευσης χρόνου, κάτι που πιθανώς να αποθαρρύνει τον χρήστη από το να συνεχίσει. Αντίθετα, ένας περιορισμένος αριθμός καλοσχεδιασμένων παιχνιδιών, που διαδέχονται το ένα το άλλο άμεσα και χωρίς καθυστερήσεις φόρτωσης, μπορεί να διατηρήσει την αίσθηση της ροής και του ενδιαφέροντος, καθιστώντας την εμπειρία πιο ευχάριστη και απρόσκοπτη.

3.5.2 Απλοποίηση παιχνιδιών χωρίς υπεραπλοποίηση

Επιπλέον, η ισορροπία μεταξύ απλότητας και πρόκλησης είναι κρίσιμη. Τα παιχνίδια πρέπει να είναι εύκολα στην κατανόηση και τη χρήση, προκειμένου να προσελκύσουν άτομα όλων των ηλικιών. Ωστόσο, η υπερβολική απλοποίηση μπορεί να οδηγήσει σε μονοτονία και έλλειψη ενδιαφέροντος. Η πρόκληση έγκειται στο να δημιουργηθεί ένα παιχνίδι το οποίο, ενώ είναι προσβάσιμο και διασκεδαστικό, προσφέρει την αίσθηση της επιτυχίας και της κατάκτησης στον χρήστη, ενισχύοντας έτσι τη δέσμευσή του.

3.5.3 Συναισθηματική επίδραση στον χρήστη

Τέλος, ένα ακόμα στοιχείο που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι η συναισθηματική επίδραση του παιχνιδιού στον χρήστη. Στόχος είναι ο χρήστης να ολοκληρώνει το παιχνίδι με μια αίσθηση ικανοποίησης και ευχαρίστησης. Αυτή η θετική διάθεση είναι καθοριστική, καθώς μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την αντίληψη του χρήστη για την προωθητική ενέργεια, ενισχύοντας τη θετική εικόνα του προϊόντος ή της υπηρεσίας που προωθείται.

3.6 Συγκεντρωτικές τεχνικές απαιτήσεις εφαρμογής

Η ανάπτυξη της εφαρμογής web παιχνιδιού ως προωθητική ενέργεια φέρει συγκεκριμένες απαιτήσεις που καθορίζουν τη λειτουργικότητα, την απόδοση και την εμπειρία χρήσης. Σε αυτήν την ενότητα θα αναλυθούν οι τεχνικές απαιτήσεις της εφαρμογής σε διάφορα επίπεδα, εστιάζοντας τόσο στη δομή της αρχιτεκτονικής, την αποδοτική εκτέλεση του παιχνιδιού σε τοπικό επίπεδο (edge operation), την ταχύτητα απόκρισης (response time), όσο και τη συνολική εμπειρία χρήστη.

3.6.1 Υλοποίηση και αρχιτεκτονική

- Edge operation: Η εφαρμογή θα πρέπει να μπορεί να λειτουργεί πλήρως στην άκρη του δικτύου (edge), δηλαδή στο τοπικό μηχάνημα του χρήστη, χωρίς την ανάγκη σύνδεσης στο διαδίκτυο. Αυτό διασφαλίζεται μέσω της υλοποίησης της εφαρμογής ως αυτόνομο container σε Docker. Ο Docker container θα πρέπει να περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα και αρχεία, διασφαλίζοντας ότι η εκτέλεση είναι ανεξάρτητη από εξωτερικές υπηρεσίες.
- Αποθήκευση δεδομένων: Η εφαρμογή θα πρέπει να χρησιμοποιεί τοπική αποθήκευση στον υπολογιστή του χρήστη (εφόσον θα λειτουργεί χωρίς πρόσβαση στο διαδίκτυο). Παραδείγματα τοπικής αποθήκευσης αποτελούν το LocalStorage, IndexedDB ή ακόμα και τοπικά αρχεία, για την αποθήκευση των απαραίτητων πληροφοριών που σχετίζονται με τον χρήστη και την εμπειρία παιχνιδιού.
- Υποστήριξη στατικής εξυπηρέτησης περιεχομένου: Η τεχνολογία θα πρέπει να επιτρέπει τη στατική εξυπηρέτηση σελίδων (static rendering), ώστε το περιεχόμενο

να μπορεί να προ-φορτώνεται και να είναι διαθέσιμο ακόμη και χωρίς σύνδεση στο διαδίκτυο. Η δυνατότητα αυτή είναι κρίσιμη για την offline λειτουργία της εφαρμογής, επιτρέποντας τη γρήγορη φόρτωση του περιβάλλοντος χρήστη χωρίς εξάρτηση από τον διακομιστή.

- Δυνατότητα Server-Side Rendering (SSR) ή Client-Side Rendering (CSR): Η πλατφόρμα θα πρέπει να υποστηρίζει τη δυναμική απόδοση περιεχομένου είτε στο διακομιστή (SSR) είτε στον client (CSR), ανάλογα με τις ανάγκες της εφαρμογής. Αυτό θα επιτρέψει την ευέλικτη και αποτελεσματική διαχείριση της απόδοσης, εξασφαλίζοντας γρήγορη απόκριση και βελτιωμένη εμπειρία χρήστη.
- Ελαφρύ footprint: Η τεχνολογία πρέπει να είναι αποδοτική και ελαφριά σε πόρους, ώστε να μπορεί να εκτελείται ομαλά σε τοπικό περιβάλλον χωρίς να καταναλώνει υπερβολικά τη μνήμη ή την επεξεργαστική ισχύ. Θα πρέπει να επιτρέπει την εκτέλεση της εφαρμογής σε διαφορετικές συσκευές, ανεξάρτητα από την ισχύ τους, διασφαλίζοντας ομαλή εμπειρία ακόμα και σε παλαιότερες συσκευές.

3.6.2 Απόκριση και απόδοση

- Χρόνος απόκρισης (response time): Η εφαρμογή θα πρέπει να ανταποκρίνεται άμεσα στις ενέργειες του χρήστη. Ειδικότερα, ο χρόνος απόκρισης στις βασικές λειτουργίες του παιχνιδιού (π.χ. επιλογή ηλικίας ή φύλου, έναρξη παιχνιδιού, εμφάνιση στατιστικών) θα πρέπει να είναι κάτω από 100ms, ώστε να παρέχεται μια ομαλή και ευχάριστη εμπειρία.
- Αποδοτική χρήση πόρων: Δεδομένου ότι η εφαρμογή θα εκτελείται τοπικά σε διαφορετικές συσκευές μέσω Docker, θα πρέπει να εξασφαλίζεται η αποδοτική χρήση των πόρων του συστήματος, όπως η CPU και η μνήμη, ώστε να μην επηρεάζεται η απόδοση του υπολογιστή του χρήστη. Η εφαρμογή θα πρέπει να είναι βελτιστοποιημένη ώστε να τρέχει ομαλά ακόμη και σε παλαιότερες ή λιγότερο ισχυρές συσκευές.
- Υποστήριξη εκτός σύνδεσης: Η εφαρμογή θα πρέπει να λειτουργεί πλήρως offline. Αυτό σημαίνει ότι όλο το περιεχόμενο και οι λειτουργίες του παιχνιδιού θα πρέπει να είναι διαθέσιμα χωρίς την ανάγκη σύνδεσης στο διαδίκτυο, και η διαχείριση του session του χρήστη θα πρέπει να συνεχίζεται τοπικά, χωρίς απώλεια δεδομένων.

3.6.3 Ευχρηστία και εμπειρία χρήστη

- Φιλικό UI/UX: Η εφαρμογή θα πρέπει να διαθέτει ένα φιλικό και απλό στη χρήση περιβάλλον διεπαφής. Η εμπειρία του χρήστη (UX) πρέπει να είναι ευχάριστη, διαδραστική και ομαλή, δίνοντας έμφαση στη γρήγορη αντίδραση του παιχνιδιού και την άμεση πρόσβαση στις βασικές λειτουργίες. Οι λειτουργίες της εφαρμογής θα πρέπει να είναι προσβάσιμες με λίγα βήματα, ενώ το περιβάλλον θα πρέπει να είναι ελκυστικό, ανεξαρτήτως ηλικίας ή φύλου.
- Απλότητα παιχνιδιών για όλες τις ηλικίες: Τα παιχνίδια θα πρέπει να είναι εύκολα κατανοητά και να προσαρμόζονται σε χρήστες όλων των ηλικιών, εξασφαλίζοντας ότι η εμπειρία είναι ευχάριστη και προσιτή τόσο για παιδιά όσο και για ενήλικες, χωρίς περίπλοκες μηχανικές και οδηγίες.

- Προσαρμογή σε διαφορετικές αναλύσεις: Η εφαρμογή θα πρέπει να λειτουργεί ομαλά σε όλες τις αναλύσεις οθονών. Το responsive design είναι κρίσιμο για την ομαλή εμπειρία χρήστη.

3.6.4 Δυνατότητες αναβάθμισης

- Εύκολη αναβάθμιση και συντήρηση: Η αρχιτεκτονική της εφαρμογής θα πρέπει να επιτρέπει εύκολες αναβαθμίσεις και βελτιώσεις, χωρίς να απαιτείται η αλλαγή του τοπικού Docker container από τον τελικό χρήστη. Οι ενημερώσεις του παιχνιδιού θα πρέπει να μπορούν να ενσωματωθούν εύκολα, είτε μέσω νέων releases του container, είτε μέσω δυναμικών ενημερώσεων του frontend.
- Υποστήριξη κλιμάκωσης: Παρόλο που η εφαρμογή τρέχει τοπικά, θα πρέπει να είναι σχεδιασμένη με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να κλιμακώνεται για μελλοντικές ανάγκες ή νέες λειτουργίες. Αυτό σημαίνει ότι η αρχιτεκτονική πρέπει να επιτρέπει τη διασύνδεση με άλλες υπηρεσίες ή τη μετατροπή σε online εφαρμογή, εάν αυτό κριθεί απαραίτητο στο μέλλον.

3.6.5 Διαχείριση και Στατιστικά

- Δυνατότητα αλλαγής ρυθμίσεων από admin χρήστες: Η εφαρμογή θα πρέπει να διαθέτει ένα περιβάλλον διαχείρισης (admin panel) όπου οι διαχειριστές (admin χρήστες) θα μπορούν να αλλάζουν τις ρυθμίσεις της εφαρμογής. Αυτές οι ρυθμίσεις μπορεί να αφορούν τις προωθητικές ενέργειες, τα εξατομικευμένα μηνύματα, καθώς και τις γενικές παραμέτρους λειτουργίας του παιχνιδιού.
- Σελίδα στατιστικών με συχνή ανανέωση: Η εφαρμογή θα πρέπει να περιλαμβάνει μια σελίδα με στατιστικά, η οποία θα παρουσιάζει δεδομένα όπως τη χρήση του παιχνιδιού, τις προτιμήσεις των χρηστών και τα αποτελέσματα των προωθητικών ενεργειών. Η σελίδα αυτή θα πρέπει να ανανεώνεται συχνά, ώστε να παρέχει επικαιροποιημένα δεδομένα στους διαχειριστές.

Με αυτές τις απαιτήσεις, η εφαρμογή θα εξασφαλίζει την άριστη λειτουργία της, την εξατομικευμένη εμπειρία για τον χρήστη και την ευκολία στη διαχείριση και συντήρηση από την πλευρά του developer.

3.7 Περιπτώσεις Χρήσης (use cases)

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύονται οι περιπτώσεις χρήσης της εφαρμογής, δηλαδή τα σενάρια αλληλεπίδρασης των χρηστών με το σύστημα και οι λειτουργικές απαιτήσεις που πρέπει να υποστηρίζονται. Οι χρήστες του συστήματος διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες: τον απλό χρήστη (παίκτη) και τον διαχειριστή. Κάθε κατηγορία χρήστη έχει διαφορετικά επίπεδα πρόσβασης και δυνατότητες εντός της εφαρμογής, με στόχο την απλότητα και την ελαχιστοποίηση των αλληλεπιδράσεων.

3.7.1 Περίπτωση Χρήσης 1: Εκκίνηση και Παίξιμο Παιχνιδιού από τον Χρήστη

- Περιγραφή: Ο χρήστης ξεκινά την εφαρμογή και παίζει το παιχνίδι, ενώ η μόνη του αλληλεπίδραση με την εφαρμογή αφορά τις κινήσεις που απαιτούνται για το παιχνίδι και την σάρωση του barcode στο τέλος.
- Διαδικασία:
 - Ο χρήστης στέκεται στην εμβέλεια την κάμερας.
 - Το σύστημα επιτρέπει στον χρήστη να αλληλεπιδράσει μόνο μέσω των κινήσεων που απαιτούνται από το παιχνίδι.
 - Ο χρήστης ολοκληρώνει το παιχνίδι. Στο τέλος του παιχνιδιού, η εφαρμογή εμφανίζει ένα barcode στην οθόνη.
 - Ο χρήστης σαρώνει το barcode με μια εξωτερική συσκευή (π.χ. smartphone).
- Προϋποθέσεις:
 - Η εφαρμογή πρέπει να είναι ενεργή (δηλαδή κάποιος διαχειριστής έχει ήδη ξεκινήσει το παιχνίδι) και το σύστημα να λειτουργεί χωρίς σφάλματα.
- Εναλλακτικά Σενάρια:
 - Εάν ο προκαθορισμένος χρόνος για την διατήρηση του barcode στην κάμερα παρέλθει χωρίς ο χρήστης να το σαρώσει, το παιχνίδι επαναφέρεται στην αρχική του κατάσταση και ο χρήστης θα πρέπει να παίξει εκ νέου το παιχνίδι.

3.7.2 Περίπτωση Χρήσης 2: Απουσία Χρήστη Κατά τη Διάρκεια του Παιχνιδιού

- Περιγραφή: Ο χρήστης δεν αλληλεπιδρά με το παιχνίδι για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, το οποίο έχει καθοριστεί από τον διαχειριστή. Το σύστημα επαναφέρει το παιχνίδι στην αρχική του κατάσταση.
- Διαδικασία:
 - Ο χρήστης παίζει το παιχνίδι.
 - Εάν ο χρήστης δεν αλληλεπιδράσει με το παιχνίδι για το χρονικό διάστημα που έχει ορίσει ο διαχειριστής, το σύστημα τον θεωρεί "απών".
 - Το σύστημα επαναφέρει το παιχνίδι στην αρχική του κατάσταση, έτοιμο να ξεκινήσει ξανά.
- Προϋποθέσεις:
 - Το χρονικό όριο πρέπει να έχει καθοριστεί από τον διαχειριστή.
 - Έλεγχος για το αν η απουσία χρήστη οφείλεται στον χρήστη ή σε προσωρινά σφάλματα της πρόβλεψης του μοντέλου.
- Εναλλακτικά Σενάρια:
 - Εάν ο χρήστης επιστρέψει πριν την εκπνοή του χρονικού ορίου, το παιχνίδι συνεχίζει κανονικά.

3.7.3 Περίπτωση Χρήσης 3: Εισαγωγή ρυθμίσεων από τον διαχειριστή

- Περιγραφή: Ο διαχειριστής εισέρχεται στο σύστημα και προσαρμόζει τις ρυθμίσεις των παιχνιδιών, όπως το χρονικό όριο απουσίας του χρήστη πριν από την επαναφορά των παιχνιδιών, τη διάρκεια εμφάνισης του barcode στο τέλος του παιχνιδιού και άλλα.
- Διαδικασία:
 - Ο διαχειριστής εισέρχεται στο σύστημα μέσω της ειδικής διεπαφής διαχειριστή.
 - Επιλέγει να προσαρμόσει τις ρυθμίσεις των παιχνιδιών.

- Το σύστημα επιτρέπει στον διαχειριστή να αλλάξει πολλαπλές ρυθμίσεις όπως το χρονικό όριο απουσίας του χρήστη (σε δευτερόλεπτα) μετά από το οποίο το παιχνίδι επαναφέρεται, τη διάρκεια εμφάνισης του barcode στην οθόνη μέχρι το παιχνίδι να ξεκινήσει από την αρχή και άλλα.
- Ο διαχειριστής αποθηκεύει τις αλλαγές.
- Προϋποθέσεις:
 - Ο διαχειριστής πρέπει να έχει πρόσβαση στις ρυθμίσεις και το σύστημα να λειτουργεί σωστά.
- Εναλλακτικά Σενάρια:
 - Σε περίπτωση που οι ρυθμίσεις δεν αποθηκευτούν σωστά, εμφανίζεται μήνυμα σφάλματος και ζητείται επαναληπτική καταχώρηση.
 - Ο διαχειριστής μπορεί να επαναφέρει τις ρυθμίσεις στα αρχικά προεπιλεγμένα επίπεδα.

Οι παραπάνω περιπτώσεις χρήσης περιγράφουν τα βασικά σενάρια αλληλεπίδρασης μεταξύ των χρηστών και της εφαρμογής. Με τη βέλτιστη λειτουργία της εφαρμογής, οι αλληλεπιδράσεις είναι περιορισμένες στο ελάχιστο, προσφέροντας μια απλοποιημένη και άμεση εμπειρία τόσο για τον απλό χρήστη όσο και για τον διαχειριστή.

4. Τεχνολογική Προσέγγιση και Υλοποίηση

4.1 Τεχνολογικό υπόβαθρο

4.1.1 Google MediaPipe & face-api.js

Κατά τη διαδικασία ανάπτυξης της εφαρμογής, προέκυψε η ανάγκη λήψης μιας κρίσιμης απόφασης αναφορικά με την επιλογή μεταξύ της δημιουργίας εξατομικευμένων μοντέλων αναγνώρισης σώματος και προσώπου από την αρχή ή της αξιοποίησης έτοιμων λύσεων, όπως τα μοντέλα της MediaPipe της Google και του face-api. Η ορθότητα της απόφασης εξαρτάται από μια λεπτομερή ανάλυση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων της χρήσης έτοιμων μοντέλων σε σύγκριση με τη δημιουργία προσαρμοσμένων μοντέλων.

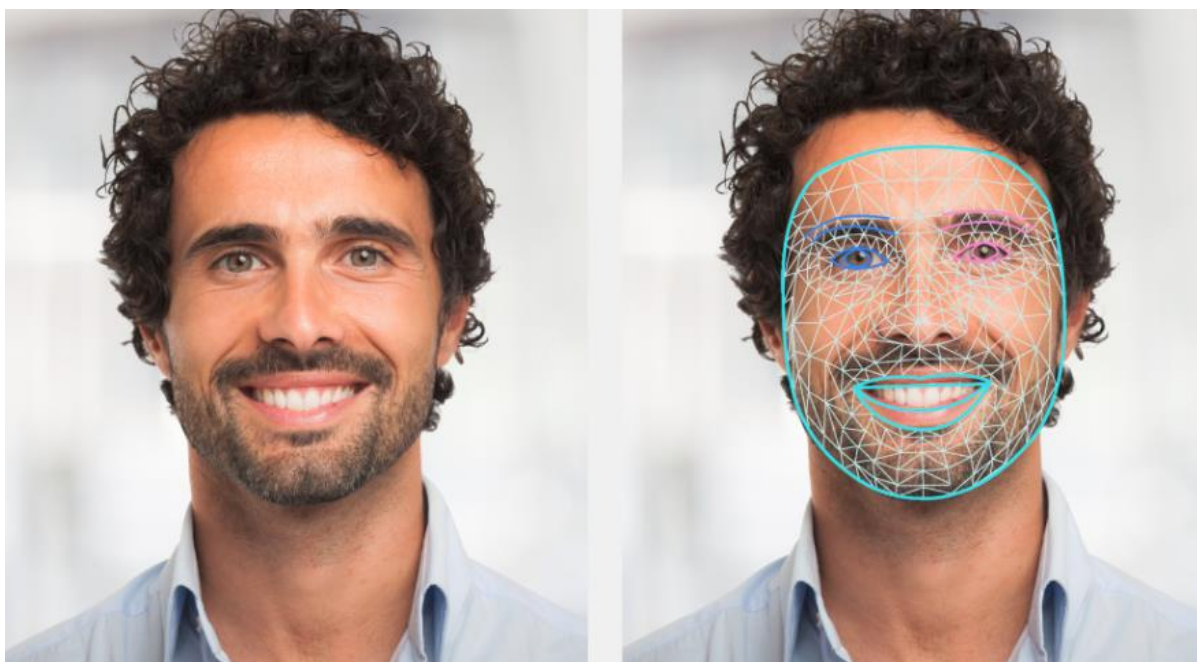
4.1.1.1 Η τεχνολογία MediaPipe της Google

Το MediaPipe της Google αποτελεί ένα εργαλείο ανοιχτού κώδικα, το οποίο έχει σχεδιαστεί για να προσφέρει μια σειρά από προκατασκευασμένα μοντέλα για ανίχνευση και αναγνώριση χαρακτηριστικών σε πραγματικό χρόνο. Πρόκειται για μια πλατφόρμα που επιτρέπει την εύκολη ενσωμάτωση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης σε εφαρμογές πολυμέσων και έχει αναγνωριστεί για την ευελιξία και την αποδοτικότητά της.



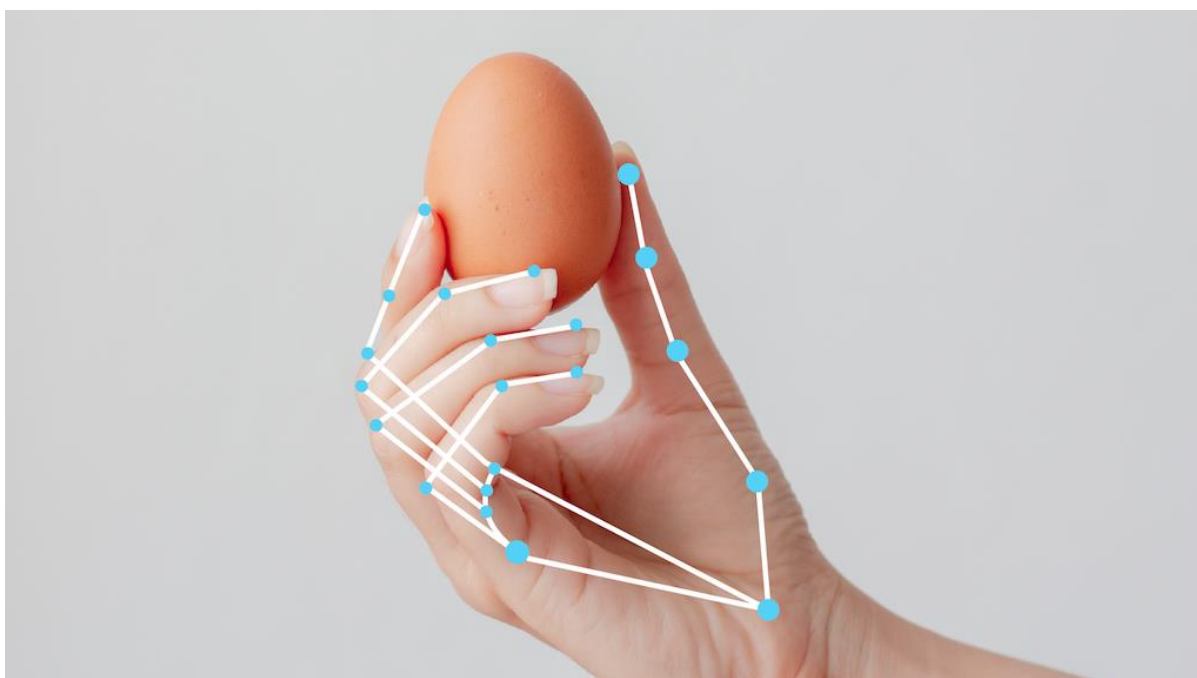
Εικόνα 7 Logo του MediaPipe της Google

Το MediaPipe παρέχει διάφορες ενσωματωμένες δυνατότητες όπως την ανίχνευση προσώπου, επιτρέποντας την αναγνώριση και την ανίχνευση χαρακτηριστικών του προσώπου με ακρίβεια και σε πραγματικό χρόνο. Αυτή η λειτουργία είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε εφαρμογές όπως η επαυξημένη πραγματικότητα, όπου η ακριβής τοποθέτηση εικονικών αντικειμένων στο πρόσωπο του χρήστη είναι κρίσιμη για την εμπειρία του χρήστη. Επιπλέον, η ανίχνευση προσώπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές ασφαλείας και επιτήρησης, βελτιώνοντας την αποδοτικότητα των συστημάτων αναγνώρισης προσώπου.



Εικόνα 8 Παράδειγμα αναγνώρισης προσώπου μέσω των μοντέλων του MediaPipe (Face landmark detection guide, n.d.)

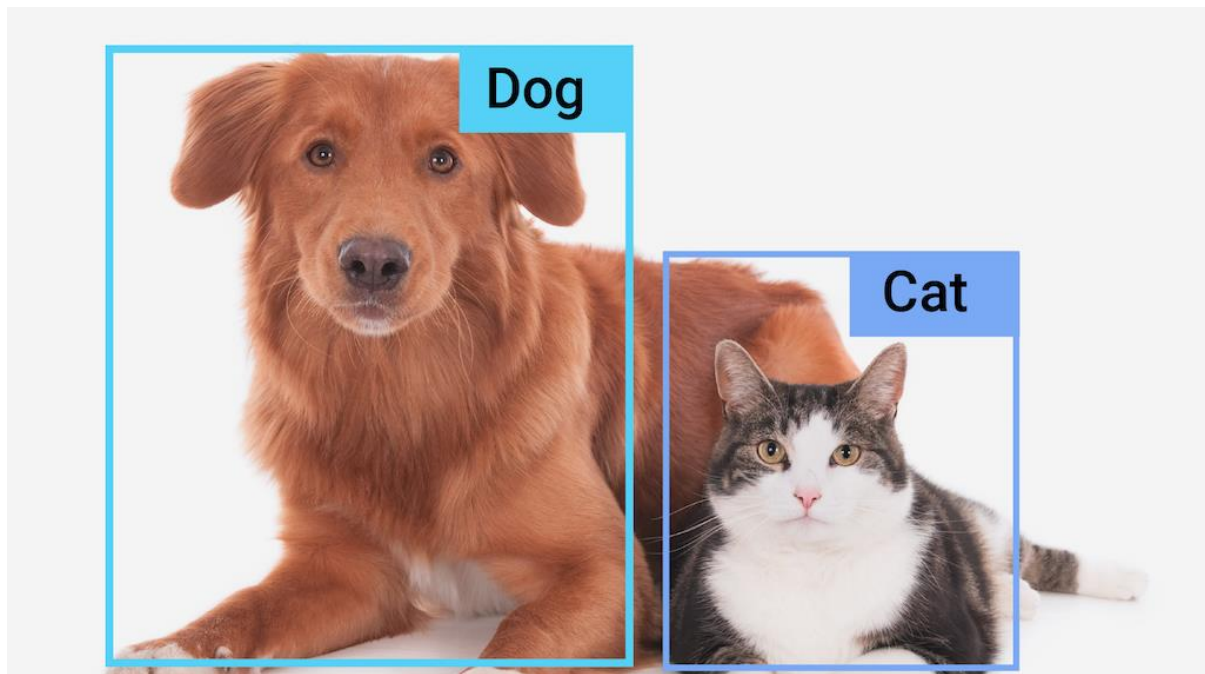
Η ανίχνευση χεριών αποτελεί μια ακόμη σημαντική λειτουργία του MediaPipe. Με τη χρήση προηγμένων αλγορίθμων, το εργαλείο μπορεί να ανιχνεύσει και να παρακολουθήσει τη θέση και την κίνηση των χεριών με μεγάλη ακρίβεια. Αυτό επιτρέπει την ανάπτυξη εφαρμογών που βασίζονται σε χειρονομίες, όπως διαδραστικές εμπειρίες σε εικονικά περιβάλλοντα, ένα σενάριο πολύ εφάμιλλο με το πρόβλημα που καλείται να λύσει η διπλωματική αυτή.



Εικόνα 9 Παράδειγμα αναγνώρισης χεριών μέσω των μοντέλων του MediaPipe (Hand landmarks detection guide, n.d.)

Συνεχίζοντας με τις δυνατότητες του MediaPipe, το εργαλείο μας επιτρέπει την ανίχνευση αντικειμένων. Η ικανότητα του εργαλείου να αναγνωρίζει και να παρακολουθεί διάφορα

αντικείμενα σε πραγματικό χρόνο το καθιστά ιδανικό για εφαρμογές σε τομείς όπως η λιανική πώληση, η βιομηχανική αυτοματοποίηση και η έξυπνη παρακολούθηση. Η ανίχνευση αντικειμένων μπορεί να συμβάλει στην αποτελεσματική διαχείριση αποθεμάτων, στην παρακολούθηση διαδικασιών παραγωγής και στην ανάπτυξη συστημάτων αυτόνομης πλοήγησης.



Εικόνα 10 Παράδειγμα αναγνώρισης αντικειμένων μέσω των μοντέλων του MediaPipe (Object detection task guide, n.d.)

Η ευελιξία του MediaPipe να ενσωματώνει αλγορίθμους μηχανικής μάθησης με ευκολία καθιστά το εργαλείο αυτό πολύτιμο για προγραμματιστές και ερευνητές. Η δυνατότητα προσαρμογής και επέκτασης των προκατασκευασμένων μοντέλων επιτρέπει την ανάπτυξη εξατομικευμένων λύσεων για συγκεκριμένες ανάγκες, καθιστώντας το MediaPipe ιδανική επιλογή για την ανάπτυξη καινοτόμων εφαρμογών που απαιτούν ακριβή και αποδοτική ανίχνευση και αναγνώριση χαρακτηριστικών σε πραγματικό χρόνο.

Συνοψίζοντας, το MediaPipe της Google είναι ένα εργαλείο που έχει φέρει επανάσταση στην ανίχνευση και αναγνώριση χαρακτηριστικών σε πραγματικό χρόνο, προσφέροντας αξιόπιστες λύσεις σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Η ανοιχτή φύση του και η δυνατότητα ενσωμάτωσης αλγορίθμων μηχανικής μάθησης το καθιστούν απαραίτητο εργαλείο για την ανάπτυξη σύγχρονων και αποδοτικών εφαρμογών.

4.1.1.2 Γνωριμία με το *face-api.js*

Το *face-api.js* αποτελεί μία από τις πλέον διαδεδομένες βιβλιοθήκες JavaScript, η οποία παρέχει εργαλεία για την αναγνώριση προσώπων σε πραγματικό χρόνο μέσω ενός προγράμματος περιήγησης. Η βιβλιοθήκη βασίζεται στο TensorFlow.js και αξιοποιεί προκαθορισμένα νευρωνικά δίκτυα για την εξαγωγή χαρακτηριστικών από εικόνες ή βίντεο, επιτρέποντας έτσι την εκτέλεση ποικίλων λειτουργιών, όπως η αναγνώριση ηλικίας, φύλου και συναισθημάτων. Η βιβλιοθήκη προσφέρει ένα εύχρηστο API που ενσωματώνεται εύκολα σε web εφαρμογές, δίνοντας τη δυνατότητα στους προγραμματιστές να εκμεταλλευτούν τις

δυνατότητες μηχανικής μάθησης χωρίς την ανάγκη εξειδικευμένων γνώσεων στον τομέα αυτό.

Η αναγνώριση ηλικίας και φύλου μέσω του face-api.js επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός προκαθορισμένου μοντέλου, το οποίο έχει εκπαιδευτεί σε μεγάλο εύρος δεδομένων από πρόσωπα διαφόρων ηλικιών και φύλων. Η λειτουργία αυτή επιτρέπει την ακριβή εκτίμηση της ηλικίας του ατόμου με ένα μικρό περιθώριο σφάλματος, καθώς και την κατηγοριοποίηση του φύλου σε άνδρα ή γυναίκα. Η ακριβής εκτίμηση της ηλικίας και του φύλου αποτελεί κρίσιμο στοιχείο για ποικίλες εφαρμογές, όπως οι διαφημιστικές καμπάνιες, η στοχευμένη προώθηση προϊόντων, αλλά και η διαμόρφωση εξατομικευμένων εμπειριών χρήστη.

Επιπλέον, η δυνατότητα αναγνώρισης συναισθημάτων που προσφέρει το face-api.js επιτρέπει την ανάλυση της συναισθηματικής κατάστασης του ατόμου σε πραγματικό χρόνο, μέσω της εξαγωγής εκφράσεων προσώπου. Χρησιμοποιώντας προηγμένα μοντέλα μηχανικής μάθησης, η βιβλιοθήκη μπορεί να εντοπίσει συναισθήματα όπως η χαρά, η λύπη, ο θυμός, ο φόβος, η έκπληξη και η ουδετερότητα. Η αναγνώριση συναισθημάτων μπορεί να αξιοποιηθεί σε διάφορες εφαρμογές, όπως οι υπηρεσίες εξυπηρέτησης πελατών, η έρευνα αγοράς και οι εφαρμογές ψυχικής υγείας, προσφέροντας πολύτιμες πληροφορίες για τη βελτίωση της αλληλεπίδρασης μεταξύ χρήστη και συστήματος.

4.1.1.3 Οφέλη χρήσης έτοιμων μοντέλων

Η χρήση έτοιμων μοντέλων προσφέρει σημαντικά οφέλη, όπως η ταχύτητα ανάπτυξης και η εξοικονόμηση πόρων. Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα είναι η δραστική μείωση του χρόνου που απαιτείται για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής, καθώς η δημιουργία ενός νέου μοντέλου μηχανικής μάθησης από την αρχή απαιτεί χρόνο και κόπο για τη συλλογή δεδομένων, την εκπαίδευση και την αξιολόγηση του μοντέλου. Αντίθετα, η χρήση έτοιμων μοντέλων, όπως το MediaPipe και το face-api, επιτρέπει την άμεση ενσωμάτωση και χρήση τους στις εφαρμογές, εξοικονομώντας πολύτιμο χρόνο και πόρους. Η καλή τεκμηρίωση που έχουν τα εργαλεία αυτά, διευκολύνουν σημαντικά τη χρήση τους μειώνοντας ταυτόχρονα την καμπύλη μάθησης.

Επιπλέον, τα μοντέλα αυτά προσφέρουν υψηλή απόδοση και ακρίβεια. Το MediaPipe και το face-api έχουν αναπτυχθεί και βελτιστοποιηθεί από μεγάλες ομάδες προγραμματιστών, γεγονός που διασφαλίζει την αξιοπιστία και την αποτελεσματικότητά τους. Η χρήση ενός ήδη δοκιμασμένου εργαλείου εξασφαλίζει αποτελέσματα υψηλής ποιότητας, χωρίς να απαιτείται επαναξιολόγηση ή βελτιστοποίηση του μοντέλου από τον προγραμματιστή. Αυτό παρέχει σιγουριά ότι η εφαρμογή θα λειτουργεί αποτελεσματικά, επιτρέποντας στους δημιουργούς να επικεντρωθούν σε άλλες πτυχές της ανάπτυξης.

Επίσης, ένα ακόμη σημαντικό όφελος είναι η συνεχής υποστήριξη και οι τακτικές ενημερώσεις που προσφέρουν τα έτοιμα μοντέλα. Τόσο το MediaPipe όσο και το face-api.js έχουν ενεργές ομάδες προγραμματιστών που εργάζονται διαρκώς για να βελτιώνουν και να ανανεώνουν τα εργαλεία αυτά. Οι ενημερώσεις εξασφαλίζουν ότι τα μοντέλα παραμένουν επικαιροποιημένα, βελτιστοποιημένα και ασφαλή, επιτρέποντας στους χρήστες να απολαμβάνουν συνεχείς βελτιώσεις χωρίς να χρειάζεται να επενδύσουν χρόνο και πόρους για να τις αναπτύξουν μόνοι τους.

Συνεχίζοντας, η συγκεντρωτική βελτιστοποίηση αποτελεί επίσης σημαντικό πλεονέκτημα της χρήσης κοινών εργαλείων. Όταν οι προγραμματιστές χρησιμοποιούν τα ίδια μοντέλα για

παρόμοιους σκοπούς, όπως η αναγνώριση σώματος και προσώπου, η συλλογική γνώση και εμπειρία βελτιώνουν διαρκώς τα εργαλεία αυτά. Η συγκέντρωση των προσπαθειών σε ένα κοινό εργαλείο ενισχύει την ποιότητα και την αποδοτικότητα, αποτρέποντας τη σπατάλη πόρων σε παράλληλες προσπάθειες ανάπτυξης μεμονωμένων λύσεων. Έτσι, οι προγραμματιστές μπορούν να εστιάσουν στην επίλυση προβλημάτων και στην καινοτομία, ενώ επωφελούνται από τη συνεργασία και τις βελτιώσεις που προκύπτουν από τη χρήση ενός κοινού, εξελισσόμενου εργαλείου.

4.1.1.4 Προκλήσεις χρήσης έτοιμων μοντέλων

Παρά τα οφέλη που προσφέρει η χρήση έτοιμων μοντέλων, υπάρχουν αρκετές προκλήσεις που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Ένα από τα βασικότερα προβλήματα είναι η περιορισμένη δυνατότητα εξατομίκευσης. Τα έτοιμα μοντέλα, όπως αυτά που προσφέρονται από τις βιβλιοθήκες MediaPipe και face-api.js, έχουν σχεδιαστεί για γενικές εφαρμογές, με στόχο να καλύψουν ένα ευρύ φάσμα αναγκών. Παρόλο που αυτό επιτρέπει τη γρήγορη ενσωμάτωσή τους σε διάφορα έργα, συχνά δεν ανταποκρίνονται πλήρως στις εξειδικευμένες απαιτήσεις κάθε μεμονωμένου έργου. Αυτό το μειονέκτημα περιορίζει την ευελιξία και την προσαρμοστικότητα της εφαρμογής, καθιστώντας απαραίτητες περαιτέρω τροποποιήσεις ή ανάπτυξη νέων μοντέλων, προκειμένου να επιτευχθούν τα βέλτιστα αποτελέσματα και να ικανοποιηθούν οι εξειδικευμένες απαιτήσεις.

Ακόμα, μία σημαντική πρόκληση είναι η εξάρτηση από τρίτους παρόχους. Η χρήση έτοιμων μοντέλων που παρέχονται από τρίτες εταιρείες δημιουργεί έναν βαθμό εξάρτησης από τις υπηρεσίες και τις ενημερώσεις τους, απειλώντας την ανεξαρτησία της εφαρμογής. Για παράδειγμα, αν ένας πάροχος όπως η Google αποφασίσει να διακόψει την υποστήριξη ή να αλλάξει τα χαρακτηριστικά των μοντέλων του, αυτό μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τις εφαρμογές που βασίζονται σε αυτά τα μοντέλα, υποβαθμίζοντας τη σταθερότητα και τη λειτουργικότητά τους.

Ένα άλλο πρόβλημα που προκύπτει από τη χρήση έτοιμων μοντέλων είναι η περιορισμένη δυνατότητα προσαρμογής σε νέα δεδομένα ή τεχνολογίες. Τα έτοιμα μοντέλα έχουν εκπαιδευτεί σε συγκεκριμένα σύνολα δεδομένων και ανταποκρίνονται σε ένα συγκεκριμένο τεχνολογικό πλαίσιο. Όταν εμφανίζονται νέα δεδομένα ή αναδύονται καινοτόμες τεχνολογίες, τα έτοιμα μοντέλα μπορεί να μην είναι σε θέση να προσαρμοστούν αποτελεσματικά. Σε ένα γρήγορα μεταβαλλόμενο τεχνολογικό περιβάλλον, η αδυναμία ενός έτοιμου μοντέλου να προσαρμοστεί στις νέες εξελίξεις μπορεί να περιορίσει την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής και να την καταστήσει μη ανταγωνιστική.

Τέλος, το Information Bottleneck Principle αποτελεί μια επιπρόσθετη πρόκληση που συνδέεται με τη χρήση έτοιμων μοντέλων, ειδικά όσον αφορά τη διαχείριση και συμπύκνωση πληροφορίας. Σύμφωνα με αυτή την αρχή, τα μοντέλα πρέπει να συμπυκνώνουν τις πιο κρίσιμες πληροφορίες από τα δεδομένα εισόδου για να επιτύχουν τις καλύτερες προβλέψεις. Ωστόσο, τα έτοιμα μοντέλα συχνά λειτουργούν υπό περιορισμούς όσον αφορά τη διατήρηση της πληροφορίας, οδηγώντας σε «στενά σημεία συμφόρησης» στην πληροφορία. Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια σημαντικών δεδομένων ή τη μείωση της ακρίβειας των προβλέψεων. Επιπλέον, το Information Bottleneck μπορεί να περιορίσει την ικανότητα του μοντέλου να γενικεύει σε νέες καταστάσεις, καθιστώντας το λιγότερο ευέλικτο και δυσκολότερο να προσαρμοστεί σε νέες απαιτήσεις ή συνθήκες.

4.1.1.5 Αντιμετώπιση των προκλήσεων

Προκειμένου να υπερκεραστεί το ζήτημα της περιορισμένης εξατομίκευσης που συνοδεύει τη χρήση έτοιμων μοντέλων, είναι δυνατόν να υιοθετηθεί μια συνδυαστική προσέγγιση, όπου τα υφιστάμενα μοντέλα ενισχύονται μέσω της χρήσης πρόσθετων τεχνικών και εξειδικευμένων εργαλείων.

Αυτή η στρατηγική επιτρέπει την προσαρμογή των μοντέλων στις ιδιαίτερες ανάγκες του εκάστοτε έργου, βελτιώνοντας ταυτόχρονα την ακρίβεια και την αποδοτικότητα των αποτελεσμάτων. Οι πρόσθετες τεχνικές μπορούν να περιλαμβάνουν τη χρήση τεχνολογιών βελτίωσης της ποιότητας, καθώς και την ενσωμάτωση αλγορίθμων που ενισχύουν την απόδοση των μοντέλων υπό συγκεκριμένες συνθήκες ή απαιτήσεις.

Επιπλέον, η απεξάρτηση από την online παροχή των μοντέλων μπορεί να αποτελέσει μια σημαντική λύση στα προβλήματα εξάρτησης από τρίτους παρόχους. Η δυνατότητα λειτουργίας της εφαρμογής εκτός διαδικτύου, μέσω της ύπαρξης offline αντιγράφων των μοντέλων, ενισχύει την ανεξαρτησία και ασφάλεια της εφαρμογής, αποφεύγοντας τη μεταφορά δεδομένων προς τρίτους. Παράλληλα, η σωστή τμηματοποίηση του κώδικα καθιστά εύκολη την αναπροσαρμογή του σε περίπτωση που οι τρίτοι πάροχοι προχωρήσουν σε ριζικές αλλαγές στα μοντέλα τους. Με αυτόν τον τρόπο, οι αλλαγές αυτές δεν επηρεάζουν άμεσα τη λειτουργία της εφαρμογής, και η ενσωμάτωση των ενημερώσεων γίνεται ομαλά, χωρίς να επηρεάζεται η εμπειρία του χρήστη.

Συμπερασματικά, η απόφαση να χρησιμοποιηθούν τα έτοιμα μοντέλα από τις βιβλιοθήκες MediaPipe και face-api.js βασίστηκε σε μια εκτενή ανάλυση των διαθέσιμων επιλογών και των απαιτήσεων του έργου. Παρά τις προκλήσεις, όπως η περιορισμένη δυνατότητα εξατομίκευσης και η ανάγκη προσαρμογής σε νέα δεδομένα, τα πλεονεκτήματα αυτών των εργαλείων υπερτερούν. Τα μοντέλα αυτά προσφέρουν ταχύτητα, ακρίβεια και αξιοπιστία, ενώ η συνεχιζόμενη υποστήριξή τους από την κοινότητα εγγυάται ότι θα παραμείνουν αποδοτικά και ενημερωμένα με βάση τις τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις. (Saravanan, 2021)

4.1.2 Next.js

Το Next.js είναι ένα ισχυρό και δημοφιλές πλαίσιο ανάπτυξης εφαρμογών που βασίζεται στη βιβλιοθήκη React της JavaScript. Αρχικά αναπτυγμένο από την εταιρεία Vercel, το Next.js έχει γίνει μια από τις κύριες επιλογές για την κατασκευή σύγχρονων, υψηλής απόδοσης εφαρμογών ιστού, χάρη στις καινοτόμες δυνατότητες που προσφέρει. Το πλαίσιο αυτό επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργούν εφαρμογές που είναι τόσο δυναμικές όσο και στατικές, επιτρέποντας την απρόσκοπτη ενσωμάτωση λειτουργιών που απαιτούν υψηλή διαδραστικότητα με τον χρήστη. Στα παρακάτω υποκεφάλαια θα εξεταστούν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του Next.js, με στόχο την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς του ως εργαλείο ανάπτυξης εφαρμογών ιστού.

The logo for Next.js, featuring the word "NEXT" in a large, bold, black, sans-serif font, followed by ".JS" in a smaller, bold, black, sans-serif font.

Εικόνα 11 Το logo του NextJS

4.1.2.1 Οφέλη χρήσης Next.js

Το Next.js προσφέρει μια πληθώρα πλεονεκτημάτων που καθιστούν το πλαίσιο αυτό ιδιαίτερα κατάλληλο για την ανάπτυξη σύγχρονων διαδικτυακών εφαρμογών. Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά που καθιστούν το Next.js δημοφιλές είναι η δυνατότητα προ-απόδοσης των σελίδων, είτε μέσω της στατικής κατασκευής τους (Static Generation) είτε μέσω απόδοσης κατά την εκτέλεση (Server-Side Rendering). Η προ-φόρτωση των σελίδων επιταχύνει σημαντικά τη φόρτωση του περιεχομένου, βελτιώνοντας την εμπειρία χρήστη και ενισχύοντας την απόδοση σε μηχανές αναζήτησης (SEO). Ειδικά για την υπό ανάπτυξη πλατφόρμα, η χρήση Static Generation μπορεί να εξασφαλίσει άμεση πρόσβαση στις βασικές σελίδες, ακόμα και σε περιβάλλοντα με περιορισμένους πόρους.

Το Next.js προσφέρει επίσης έναν ευέλικτο και αποδοτικό μηχανισμό για τη διαχείριση διαδρομών (routing), υποστηρίζοντας τόσο δυναμικές όσο και στατικές διαδρομές. Η δυναμική διαδρομή επιτρέπει τη δημιουργία σελίδων που βασίζονται σε παραμέτρους, κάνοντας χρήση του αρχείου [name].js, το οποίο προσαρμόζεται αυτόματα στις παραμέτρους κατά την εκτέλεση. Επιπλέον, μέσω της στατικής εξαγωγής, δυναμικές διαδρομές μπορούν να μετατραπούν σε στατικά HTML αρχεία κατά τη φάση της κατασκευής, εξασφαλίζοντας την φιλοξενία της εφαρμογής χωρίς την ανάγκη ύπαρξης διακομιστή. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο σε περιβάλλοντα με περιορισμένη ή ανύπαρκτη πρόσβαση στο διαδίκτυο.

Συνεχίζοντας, η εγγενής υποστήριξη για TypeScript στο Next.js προσφέρει επιπλέον ασφάλεια και σταθερότητα κατά την ανάπτυξη εφαρμογών μεγάλης κλίμακας. Η TypeScript, ως επέκταση της JavaScript, προσθέτει στατική πληκτρολόγηση (static typing), μειώνοντας τα πιθανά σφάλματα και αυξάνοντας την αξιοπιστία του κώδικα, επιτρέποντας τον εντοπισμό σφαλμάτων κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης αντί κατά την εκτέλεση. Αυτή η δυνατότητα είναι ζωτικής σημασίας για την πλατφόρμα που αναπτύσσεται, καθώς διασφαλίζει την ομαλή συντήρηση και επέκταση της εφαρμογής με ελάχιστα σφάλματα σε μελλοντικές ενημερώσεις.

Παράλληλα, το CSS-in-JS, που υποστηρίζεται από το Next.js, επιτρέπει τη συγγραφή CSS μέσα σε αρχεία JavaScript, συχνά σε συνδυασμό με React components. Αυτό προσφέρει πλεονεκτήματα όπως η αποφυγή των προβλημάτων του global namespace του CSS και η αποτροπή διαρροών στυλ. Επιπλέον, επιτρέπει τη δυναμική δημιουργία στυλ, καθιστώντας τα components πιο ευέλικτα και επαναχρησιμοποιήσιμα. Οι λύσεις CSS-in-JS όπως τα styled-components και το Emotion προσφέρουν ισχυρές δυνατότητες διαχείρισης στυλ, συμβάλλοντας στην αποδοτική ανάπτυξη και συντήρηση της πλατφόρμας.

Συνολικά, το Next.js αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για την ανάπτυξη σύγχρονων εφαρμογών, προσφέροντας προηγμένα χαρακτηριστικά που βελτιώνουν την απόδοση, την ευελιξία και τη συντηρησιμότητα της εφαρμογής.

4.1.2.2 Προκλήσεις κατά την χρήση του Next.js και αντίμετρα σε αυτές

Παρά τα σημαντικά πλεονεκτήματα που προσφέρει το Next.js, υπάρχουν ορισμένα μειονεκτήματα τα οποία μπορούν να δυσχεράνουν την υιοθέτηση και χρήση του. Ένα από τα κύρια μειονεκτήματα είναι το υψηλό αρχικό κόστος μάθησης. Οι προγραμματιστές που δεν

είναι εξοικειωμένοι με το React ή τις έννοιες όπως το server-side rendering και το static generation, ενδέχεται να αντιμετωπίσουν δυσκολίες κατά την αρχική φάση.

Επιπλέον, η διαχείριση δεδομένων σε μια εφαρμογή Next.js μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη πολυπλοκότητα, ειδικά όταν συνδυάζεται με server-side rendering. Αυτό απαιτεί προσεκτική σχεδίαση της δομής των δεδομένων και της αρχιτεκτονικής της εφαρμογής, ώστε να διασφαλιστεί η αποδοτική λειτουργία.

Ένα άλλο ζήτημα προκύπτει κατά την ανάπτυξη και κλιμάκωση των εφαρμογών. Ιδιαίτερα σε περιπτώσεις εφαρμογών με πολλές δυναμικές σελίδες ή μεγάλα φορτία δεδομένων, μπορεί να προκύψουν προκλήσεις στην απόδοση. Για την αποτελεσματική αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, η υιοθέτηση βέλτιστων πρακτικών όπως η χρήση CDN για την αποθήκευση στατικού περιεχομένου και η στρατηγική χρήση της cache είναι ζωτικής σημασίας για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης.

Ένα σημαντικό θέμα είναι και η εξάρτηση του Next.js από το οικοσύστημα του Node.js. Η χρήση του Node.js, παρότι προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα, μπορεί να δημιουργήσει ζητήματα συμβατότητας σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα φιλοξενίας ή με παλαιότερα συστήματα όπου δεν υποστηρίζεται. Επιπλέον, σε περιπτώσεις υψηλής απόδοσης υπό μεγάλο φορτίο χρηστών, το Node.js ενδέχεται να παρουσιάσει περιορισμούς. Παράλληλα, η εξάρτηση από το Node.js επιφέρει ανάγκη για τακτική συντήρηση και παρακολούθηση της ασφάλειας της εφαρμογής. Οι συνεχείς αναβαθμίσεις είναι απαραίτητες για να διασφαλιστεί η συμβατότητα με τις τελευταίες εκδόσεις βιβλιοθηκών και εργαλείων, καθώς και για την αποφυγή προβλημάτων ασφαλείας που ενδέχεται να προκύψουν από τη χρήση παλαιότερων πακέτων.

4.1.2.3 Συμπέρασμα

Το Next.js παρέχει ένα ευέλικτο και αποδοτικό πλαίσιο για την ανάπτυξη σύγχρονων εφαρμογών ιστού, καθιστώντας το μια ιδανική επιλογή για την ανάπτυξη της υπό εξέταση πλατφόρμας προώθησης προϊόντων μέσω minigames. Αν και υπάρχουν προκλήσεις που συνδέονται με τη χρήση του, τα οφέλη που προσφέρει, όπως η δυνατότητα για offline λειτουργία και η βελτιωμένη απόδοση, υπερτερούν, καθιστώντας το ένα εργαλείο αξιόλογο για τον σκοπό αυτό. Με την κατάλληλη προετοιμασία και την υιοθέτηση βέλτιστων πρακτικών, τα πιθανά μειονεκτήματα μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά, διασφαλίζοντας την επιτυχή υλοποίηση της πλατφόρμας.

4.1.3 Docker

Το Docker είναι μια πλατφόρμα λογισμικού που επιτρέπει την απομόνωση και την εκτέλεση εφαρμογών μέσα σε κοντέινερ (containers). Τα containers είναι ελαφριά, φορητά και απομονωμένα περιβάλλοντα που περιλαμβάνουν όλα τα απαραίτητα στοιχεία για την εκτέλεση μιας εφαρμογής, όπως το κώδικα, τις βιβλιοθήκες, τις εξαρτήσεις, τυχόν αρχεία και οτιδήποτε άλλο απαιτεί η εφαρμογή για να εκτελεστεί σωστά. Το Docker βασίζεται σε τεχνολογίες εικονικοποίησης (virtualization) σε επίπεδο λειτουργικού συστήματος, προσφέροντας μια πιο αποτελεσματική εναλλακτική σε σχέση με τις παραδοσιακές εικονικές μηχανές (virtual machines).



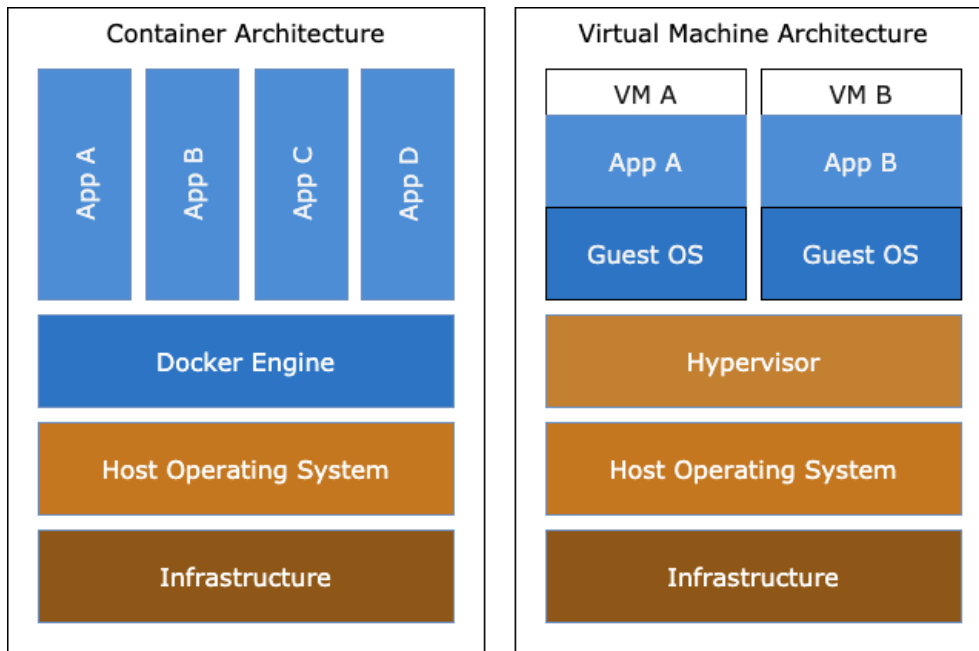
Εικόνα 12 Το logo του Docker

4.1.3.1 Πλεονεκτήματα χρήσης Docker

Το Docker ως πλατφόρμα λογισμικού, προσφέρει μια πληθώρα δυνατοτήτων που τον καθιστούν εξαιρετικά χρήσιμο και δημοφιλή στο πεδίο της ανάπτυξης και της διαχείρισης λογισμικού. Οι δυνατότητες αυτές εκτείνονται σε πολλούς τομείς, από τη φορητότητα και την απομόνωση περιβάλλοντος, μέχρι την αποδοτικότητα των πόρων, την ευελιξία και κλιμάκωση των εφαρμογών, καθώς και την ενοποιημένη διαχείριση και αυτοματοποίηση. Αρχικά, μία από τις πιο σημαντικές δυνατότητες που παρέχει το Docker είναι η φορητότητα. Τα Docker containers μπορούν να εκτελούνται ανεξάρτητα από την υποδομή του εκάστοτε λειτουργικού συστήματος, αρκεί το σύστημα αυτό να υποστηρίζει τον Docker. Αυτό επιτρέπει την εύκολη μεταφορά και εκτέλεση μιας εφαρμογής σε οποιοδήποτε περιβάλλον, χωρίς να απαιτούνται αλλαγές στη διαμόρφωση ή στο λογισμικό. Η φορητότητα αυτή εξασφαλίζει συνέπεια κατά την ανάπτυξη λογισμικού, διευκολύνει τις διαδικασίες DevOps και μειώνει τους χρόνους μετάβασης από την ανάπτυξη στην παραγωγή.

Η απομόνωση περιβάλλοντος αποτελεί επίσης κρίσιμο πλεονέκτημα του Docker. Κάθε container εκτελείται ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα και από το λειτουργικό σύστημα του host, με αποτέλεσμα οι πόροι, οι βιβλιοθήκες και οι μεταβλητές περιβάλλοντος ενός container να είναι απομονωμένοι. Αυτή η δυνατότητα μειώνει τα προβλήματα συμβατότητας μεταξύ διαφορετικών εφαρμογών και αυξάνει την ασφάλεια, καθώς τυχόν ευπάθειες σε ένα container δεν επηρεάζουν τα υπόλοιπα.

Η αποδοτικότητα πόρων είναι ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό του Docker, που το διακρίνει από άλλες τεχνολογίες, όπως οι εικονικές μηχανές. Τα Docker containers δεν απαιτούν την πλήρη προσομοίωση ενός λειτουργικού συστήματος, καθώς μοιράζονται τον ίδιο πυρήνα με το host σύστημα. Αυτό μειώνει σημαντικά την κατανάλωση πόρων, όπως μνήμη και υπολογιστική ισχύ, κάνοντας τα containers ελαφριά και γρήγορα στην εκκίνηση. Η αποδοτικότητα αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε περιβάλλοντα υψηλής κλιμάκωσης, όπου η αποτελεσματική χρήση των πόρων είναι κρίσιμη. Η διαφορά στην αρχιτεκτονική του docker από άλλα συστήματα όπως η εικονοποίηση μηχανών φαίνεται στην [Εικόνα 13](#).



Εικόνα 13 Οπτικοποίηση της αρχιτεκτονικής των κοντέινερ έναντι των εικονικών μηχανών (What is Docker, n.d.)

Η ευελιξία και η κλιμάκωση είναι δύο από τις κύριες δυνατότητες του Docker, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη εφαρμογών βασισμένων σε μικροϋπηρεσίες. Οι εφαρμογές μπορούν να διασπαστούν σε μικρότερα services, το καθένα εκτελούμενο σε ξεχωριστό container, επιτρέποντας την ευκολότερη συντήρηση και αναβάθμιση των επιμέρους στοιχείων. Η διαχείριση containers διευκολύνει επίσης την κλιμάκωση των εφαρμογών σε πραγματικό χρόνο, γεγονός που καθιστά το Docker ιδανικό για δυναμικά και απαιτητικά περιβάλλοντα παραγωγής.

Τέλος, το Docker προσφέρει εργαλεία για την ενοποιημένη διαχείριση και τον αυτοματισμό. Το Docker Compose επιτρέπει την οργάνωση και εκτέλεση πολλαπλών containers ως μια ενιαία υπηρεσία, ενώ το Docker Swarm προσφέρει δυνατότητες οριζόντιας κλιμάκωσης και αυτοματοποίησης της διαχείρισης containers σε μεγάλης κλίμακας συστήματα. Αυτά τα εργαλεία εξασφαλίζουν ομοιομορφία μεταξύ περιβαλλόντων ανάπτυξης και παραγωγής, βελτιώνοντας την αξιοπιστία και μειώνοντας τα σφάλματα κατά την εκτέλεση σύνθετων εφαρμογών.

4.1.3.2 Προκλήσεις από την χρήση του Docker και τρόποι αντιμετώπισης

Η χρήση του Docker ως πλατφόρμας για τη διαχείριση και ανάπτυξη εφαρμογών σε σύγχρονα περιβάλλοντα παρέχει σημαντικά οφέλη, αλλά συνοδεύεται και από προκλήσεις που πηγάζουν κυρίως από τη φύση της τεχνολογίας των containers. Η τεχνολογία αυτή συνδυάζει την απομόνωση των εφαρμογών με την κοινή χρήση πόρων από το σύστημα του host, κάτι που μπορεί να προκαλέσει ζητήματα στην απόδοση, τη ρύθμιση και την ασφάλεια. Ωστόσο, με την κατάλληλη κατανόηση και την εφαρμογή βέλτιστων πρακτικών, οι προκλήσεις αυτές μπορούν να αντιμετωπιστούν, καθιστώντας το Docker μια αποδοτική λύση για την ανάπτυξη και διαχείριση εφαρμογών.

Μία από τις κυριότερες προκλήσεις που ανακύπτουν κατά τη χρήση του Docker είναι η πολυπλοκότητα στη ρύθμιση των containers, ειδικά σε περιπτώσεις ανάπτυξης σύνθετων και πολυδιάστατων εφαρμογών. Η αρχική παραμετροποίηση μπορεί να αποδειχθεί χρονοβόρα

και απαιτητική, δεδομένου ότι περιλαμβάνει τη διαμόρφωση των απαραίτητων υπηρεσιών, των εξαρτήσεων, των δικτύων και των αποθηκευτικών μέσων, καθώς και την ενσωμάτωση εξωτερικών βιβλιοθηκών και εργαλείων. Για την αντιμετώπιση αυτής της πρόκλησης, απαιτείται ενδελεχής μελέτη και κατανόηση της λειτουργίας του Docker, με ταυτόχρονη εξοικείωση με τις βασικές αρχές των containers και των διαθέσιμων παραμέτρων. Επιπλέον, η ανάπτυξη λεπτομερούς τεκμηρίωσης για τα βήματα ρύθμισης, καθώς και η χρήση αυτοματοποιημένων scripts εγκατάστασης και διαμόρφωσης, συμβάλλουν στη μείωση της πιθανότητας σφαλμάτων και εξασφαλίζουν συνέπεια και επαναληψιμότητα στη διαδικασία. Ένα ακόμη ζήτημα που μπορεί να ανακύψει κατά τη χρήση του Docker σχετίζεται με την απόδοση και τις επιδόσεις I/O.

Παρόλο που τα containers προσφέρουν χαμηλή επιβάρυνση σε σύγκριση με τις παραδοσιακές εικονικές μηχανές, η διαχείριση των εισόδων και εξόδων (I/O) μπορεί να επηρεάσει την απόδοση των εφαρμογών, ειδικά σε περιπτώσεις όπου απαιτείται εντατική διαχείριση δεδομένων. Η υποβάθμιση των επιδόσεων I/O μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένους χρόνους απόκρισης και να επηρεάσει αρνητικά την εμπειρία των χρηστών. Για την επίλυση αυτών των ζητημάτων, επιλέγονται κατάλληλοι storage drivers που βελτιώνουν τη διαχείριση των δεδομένων και μειώνουν τον αντίκτυπο των λειτουργιών I/O. Επίσης, με την προσεκτική επιλογή εργαλείων και τεχνικών διαχείρισης δεδομένων, εξασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή αποδοτικότητα, ακόμα και σε περιβάλλοντα με αυξημένες απαιτήσεις I/O.

Τέλος, η ασφάλεια αποτελεί έναν από τους πλέον κρίσιμους τομείς στη χρήση του Docker. Παρά το γεγονός ότι τα containers παρέχουν κάποιο βαθμό απομόνωσης, εξακολουθούν να μοιράζονται τον ίδιο πυρήνα με το σύστημα του host, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε ευπάθειες. Αυτές οι αδυναμίες ενδέχεται να εκμεταλλευτούν από κακόβουλους χρήστες για την απόκτηση πρόσβασης στο σύστημα host ή σε άλλους containers. Για την αποτελεσματική διαχείριση αυτών των κινδύνων, εφαρμόζονται μέτρα όπως η τακτική ενημέρωση των containers για την κάλυψη γνωστών ευπαθειών, η χρήση minimal base images, καθώς και η εφαρμογή αυστηρών πολιτικών ασφαλείας κατά τη διαμόρφωση των containers. Η συνεχής παρακολούθηση της ασφαλείας και η άμεση ανταπόκριση σε πιθανά περιστατικά θεωρούνται κρίσιμα για τη διατήρηση της ακεραιότητας του συστήματος.

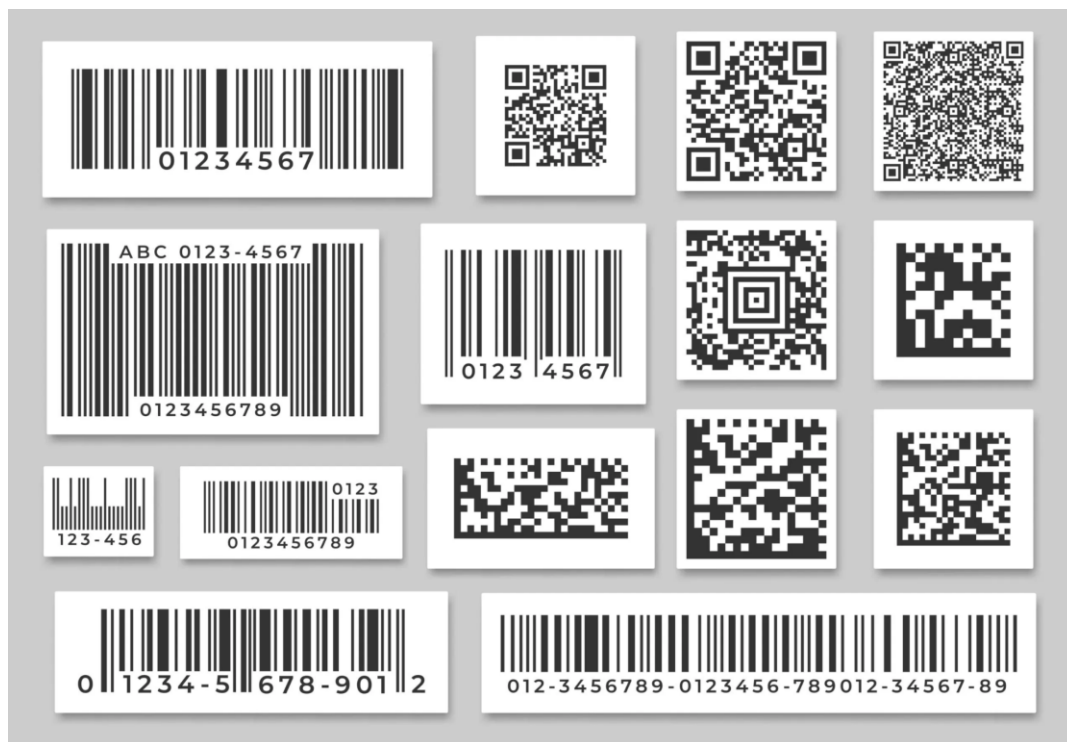
4.1.3.3 Συμπέρασμα

Το Docker αναδεικνύεται ως ένα ιδιαίτερα ισχυρό εργαλείο για τη διαχείριση και ανάπτυξη εφαρμογών σε σύγχρονα, δυναμικά περιβάλλοντα. Παρά τις προκλήσεις και τα πιθανά μειονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση του, οι δυνατότητες που προσφέρει είναι σημαντικές και υπερβαίνουν τις δυσκολίες. Με την υιοθέτηση κατάλληλων πρακτικών και λύσεων, όπως η βελτιστοποίηση της απόδοσης, η εφαρμογή αυστηρών πολιτικών ασφαλείας και η αυτοματοποίηση των διαδικασιών ρύθμισης, το Docker καθίσταται ένα αναπόσπαστο εργαλείο για την επιτυχή υλοποίηση σύγχρονων εφαρμογών.

Η ευελιξία που προσφέρει στην ανάπτυξη και διαχείριση μικροϋπηρεσιών, σε συνδυασμό με την υποστήριξη σύγχρονων πρακτικών DevOps, καθιστά το Docker ιδανική επιλογή για την υλοποίηση της παρούσας εφαρμογής. Με τις κατάλληλες προσαρμογές και βελτιώσεις, το Docker μπορεί να διασφαλίσει την αποδοτικότητα, την ασφάλεια και την ευελιξία του συστήματος, εξασφαλίζοντας παράλληλα ότι η εφαρμογή είναι ικανή να ανταποκριθεί στις τρέχουσες αλλά και μελλοντικές απαιτήσεις.

4.1.4 Barcode

Το Barcode, ή γραμμωτός κώδικας, είναι μια τεχνολογία αυτόματης αναγνώρισης και αποθήκευσης δεδομένων, που αποτελείται από μια σειρά παράλληλων γραμμών διαφορετικού πλάτους και διαστημάτων. Κάθε συνδυασμός γραμμών και διαστημάτων αντιπροσωπεύει έναν μοναδικό κωδικό, ο οποίος μπορεί να αναγνωριστεί από έναν ειδικό σαρωτή. Η τεχνολογία αυτή πρωτοεμφανίστηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1950, με την πρώτη πρακτική εφαρμογή της να γίνεται στο λιανικό εμπόριο κατά τη δεκαετία του 1970. Από τότε, τα Barcodes έχουν εξελιχθεί και χρησιμοποιούνται ευρέως σε πολλές βιομηχανίες. Η βασική δομή ενός Barcode αποτελείται από μια αλληλουχία γραμμών και κενών, οι οποίες διαβάζονται από ένα οπτικό σύστημα σάρωσης. Τα δεδομένα που αναπαρίστανται στο Barcode μετατρέπονται σε ψηφιακή μορφή, επιτρέποντας την αυτόματη επεξεργασία τους από υπολογιστικά συστήματα. Υπάρχουν διάφοροι τύποι Barcodes, με τους πιο διαδεδομένους να είναι οι 1D Barcodes, όπως το UPC (Universal Product Code), και οι 2D Barcodes, όπως το QR code, που μπορούν να αποθηκεύσουν περισσότερες πληροφορίες σε μικρότερο χώρο.



Εικόνα 14 Παραδείγματα barcodes

4.1.4.1 Πλεονεκτήματα κατά την χρήση Barcode σε εφαρμογές

Η χρήση της τεχνολογίας Barcode προσφέρει πολλαπλά πλεονεκτήματα σε διάφορες εφαρμογές. Αρχικά, η τεχνολογία Barcode συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση της ταχύτητας και της ακρίβειας κατά την εισαγωγή δεδομένων. Με την αυτόματη σάρωση ενός Barcode, τα δεδομένα εισάγονται σε κλάσματα δευτερολέπτου, ελαχιστοποιώντας τα λάθη που συχνά συνοδεύουν τη χειροκίνητη καταχώρηση. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο σε περιβάλλοντα με υψηλούς ρυθμούς εργασίας, όπως στα καταστήματα λιανικής πώλησης και στις αποθήκες, όπου η ταχύτητα και η ακρίβεια παίζουν κρίσιμο ρόλο στην αποδοτικότητα των διαδικασιών.

Επιπλέον, τα Barcodes προσφέρουν μεγάλη ευελιξία και προσαρμοστικότητα, καθώς μπορούν να εφαρμοστούν σε ποικίλες επιφάνειες και αντικείμενα, όπως προϊόντα, πακέτα, έγγραφα και ιατρικές συσκευές. Αυτή η ικανότητα προσαρμογής καθιστά την τεχνολογία Barcode κατάλληλη για πολλές βιομηχανίες που απαιτούν γρήγορη και αξιόπιστη αναγνώριση αντικειμένων. Τα Barcodes μπορούν επίσης να αποθηκεύουν πληροφορίες σε διαφορετικές μορφές, διευκολύνοντας την ενσωμάτωσή τους σε συστήματα διαχείρισης δεδομένων με υψηλή αποδοτικότητα.

Τέλος, η χρήση των Barcodes είναι οικονομικά αποδοτική. Η εφαρμογή και η συντήρηση της τεχνολογίας είναι σχετικά χαμηλού κόστους, κάνοντάς την προσιτή σε επιχειρήσεις όλων των μεγεθών. Επιπλέον, η μείωση των λαθών στην εισαγωγή δεδομένων, καθώς και η αποτελεσματική διαχείριση αποθεμάτων και η ορθολογική διακίνηση προϊόντων, συμβάλλουν στην εξοικονόμηση πόρων και στη βελτίωση της συνολικής απόδοσης των επιχειρήσεων.

4.1.4.2 Προκλήσεις κατά την χρήση Barcode και λύσεις που υιοθετήθηκαν

Ένα από τα βασικά προβλήματα κατά τη χρήση Barcodes είναι η ανάγκη για καθαρή και ακριβή εκτύπωση των κωδικών. Τυχόν φθορές, κακής ποιότητας εκτυπώσεις μπορούν να κάνουν το Barcode μη αναγνώσιμο από τους σαρωτές, οδηγώντας σε διακοπή της λειτουργίας και ανάγκη για επανεκτύπωση. Η αναγνωσιμότητα του Barcode επηρεάζεται επίσης από το υλικό στο οποίο είναι εκτυπωμένο, με ορισμένα υλικά να είναι πιο επιρρεπή σε φθορές. Προφανώς στην παρούσα διπλωματική που η παραγωγή του Barcode θα γίνεται ηλεκτρονικά, ο κίνδυνος της αλλοίωσης δεν καθίσταται ως πρόβλημα που πρέπει να ληφθεί υπόψιν.

Η ανάγνωση και εκτύπωση Barcodes προϋποθέτει τη χρήση εξειδικευμένου εξοπλισμού, όπως σαρωτές και εκτυπωτές Barcodes. Παρ' όλα αυτά, στην παρούσα διπλωματική εργασία, αξιοποιείται το γεγονός ότι οι χρήστες διαθέτουν ήδη κινητές συσκευές με δυνατότητα σάρωσης Barcodes. Κατά συνέπεια, η εξάρτηση από εξειδικευμένο εξοπλισμό δεν αποτελεί ουσιώδη περιορισμό στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης. Αντίθετα, η χρήση κινητών τηλεφώνων προσφέρει μια πρακτική και ευέλικτη λύση, μειώνοντας το κόστος και αυξάνοντας την προσβασιμότητα της εφαρμογής.

Τα παραδοσιακά 1D Barcodes έχουν περιορισμένη χωρητικότητα δεδομένων, συνήθως αρκετή για την αποθήκευση ενός μοναδικού αριθμού ταυτοποίησης. Σε εφαρμογές όπου απαιτείται η αποθήκευση περισσότερων πληροφοριών, όπως περιγραφές προϊόντων ή οδηγίες, η χωρητικότητα αυτή δεν επαρκεί. Παρά την ύπαρξη 2D Barcodes, όπως τα QR codes, που μπορούν να αποθηκεύσουν περισσότερα δεδομένα, η ανάγκη για συμβατότητα με υπάρχοντα συστήματα περιορίζει συχνά τη χρήση τους. Στην παρούσα διπλωματική το περιεχόμενο του barcode θα είναι ένα πολύ μικρό κείμενο και συγκεκριμένα το site της προώθησης προϊόντος (κατά μέσο όρο 50 χαρακτήρες έναντι 7089 που μπορεί να υποστηρίξει ένα QR Code). Συνεπώς, ο περιορισμός αυτός δεν αφορά την παρούσα διπλωματική.

4.1.4.3 Συμπέρασμα

Η τεχνολογία του Barcode παραμένει μια από τις πιο αξιόπιστες και αποδοτικές μεθόδους για την αυτόματη αναγνώριση και διαχείριση δεδομένων σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών.

Το γεγονός ότι οι περισσότεροι χρήστες διαθέτουν smartphones διευκολύνει την άμεση και αποτελεσματική χρήση του Barcode καθώς η διαδικασία σάρωσης του κωδικού από το κινητό τους επιτρέπει την ταχύτατη πρόσβαση στο προσαρμοσμένο site με την ειδική προσφορά. Η απλότητα και η άμεση αναγνώριση του Barcode καθιστούν την εμπειρία του χρήστη ομαλή και αδιάλειπτη, συμβάλλοντας έτσι στη θετική του αλληλεπίδραση με την πλατφόρμα. Συνολικά, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας του Barcode σε αυτήν την πλατφόρμα προσφέρει έναν εύχρηστο και αποδοτικό τρόπο επικοινωνίας με τον χρήστη, συνδέοντας την ψηφιακή εμπειρία παιχνιδιού με την παροχή στοχευμένων και εξατομικευμένων προσφορών, αξιοποιώντας την τεχνολογία που βρίσκεται στα χέρια του καθενός.

4.2 Σχεδίαση της Εφαρμογής

4.2.1 Περιγραφή Πλαισίου και Χρηστών

Ένα από τα πρώτα πράγματα που πρέπει να αναφερθούν όσο προχωράει η ανάλυση της εφαρμογής στα πιο πρακτικά της μέρη, είναι η λογική πίσω από την γενικότερη σχεδίαση των σελίδων, δηλαδή η ανάλυση των χρηστών που θα χρησιμοποιήσουν την τελική εφαρμογή. Η εφαρμογή προορίζεται σε 2 ειδών χρήστες: τους χρήστες που οργανώνουν την προωθητική ενέργεια (διαχειριστές) και τους χρήστες που θα λάβουν μέρος στην προωθητική ενέργεια (παίκτες).

Οι διαχειριστές θα πρέπει να έχουν την δυνατότητα να βλέπουν σε πραγματικό χρόνο διάφορα στατιστικά, να πειράξουν τυχών ρυθμίσεις των παιχνιδιών (οι επιλογές παραμετροποίησης και ο λόγος που παρέχεται κάθε μία από αυτές αναλύεται παρακάτω) και να έχουν την επιλογή για το πότε θα αρχίσει η προωθητική ενέργεια και πότε θα την τερματίσουν.

Οι παίκτες εξ ορισμού δεν θα έχουν πρόσβαση σε φυσικό πληκτρολόγιο ή ποντίκι, αφού τα παιχνίδια εξελίσσονται με την κίνηση του σώματός τους σε πραγματικό χρόνο. Συνεπώς, οι σελίδες που αφορούν αυτούς τους χρήστες θα πρέπει να μην απαιτούν από αυτούς τίποτα παραπάνω από κινήσεις του σώματος. Όλα τα υπόλοιπα όπως η διαδοχή των παιχνιδιών, η επανέναρξή τους ακόμα και ο εντοπισμός αν και πότε οι χρήστες αποχώρησαν από το παιχνίδι (ώστε να γίνεται επανεκκίνηση) θα πρέπει να γίνεται αυτόματα με πρόβλεψη στα τυχαία σφάλματα που μπορεί να προκύψουν από την αναγνώριση μιας φιγούρας σε πραγματικό χρόνο (ο μη εντοπισμός του για κάποια δευτερόλεπτα ή ο λάθος εντοπισμός μερών του σώματος που θα συνεπαγόταν κάποια επιρροή στην έκβαση του εκάστοτε παιχνιδιού). Τέλος, οι παίκτες είναι άτομα όλων των ηλικιών και των δυνατοτήτων οπότε θα πρέπει τα παιχνίδια να μην απαιτούν τεχνολογικές γνώσεις για την συμμετοχή τους και θα πρέπει να τους παρέχονται βοήθειες και αναλυτικές οδηγίες για το τι πρέπει να κάνουν στο εκάστοτε σημείο.

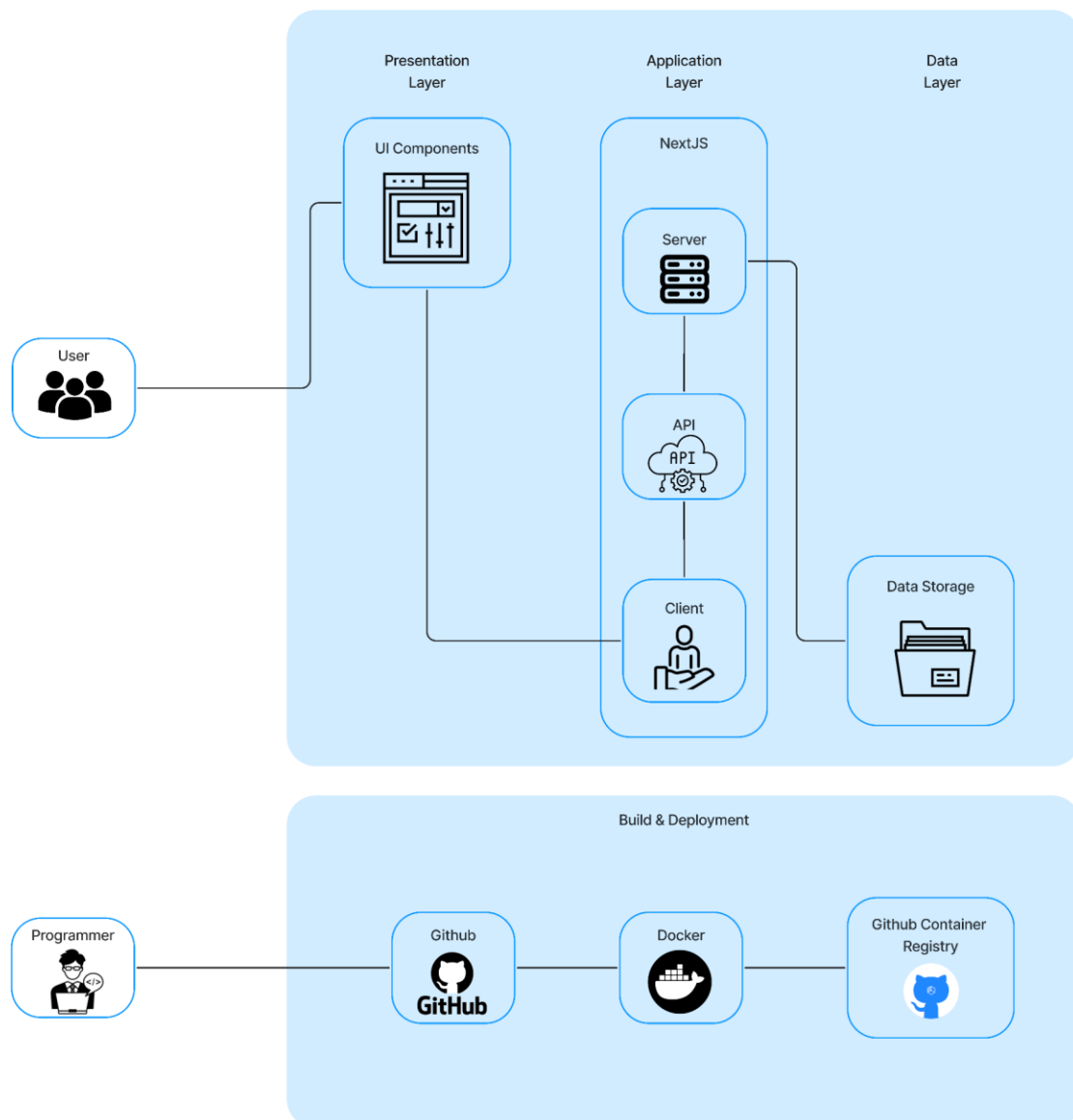
4.2.2 Αρχιτεκτονική του Συστήματος

Η αρχιτεκτονική του συστήματος αποτελείται από τρία βασικά επίπεδα: το Presentation Layer, το Application Layer και το Data Layer, τα οποία περικλείονται σε ένα ενιαίο πλαίσιο. Στο Presentation Layer, οι χρήστες αλληλεπιδρούν με την εφαρμογή μέσω των UI Components, τα οποία χειρίζονται την προβολή και τις ενέργειες των χρηστών. Τα UI Components συνδέονται με τον Client, ο οποίος βρίσκεται στο Application Layer.

Στο Application Layer, ο Client φιλοξενείται σε ένα περιβάλλον Next.js, το οποίο ενσωματώνει και τη διαχείριση του API και του Server. Το API λειτουργεί ως διαμεσολαβητής μεταξύ του

Client και του Server, επιτρέποντας την ανταλλαγή δεδομένων, ενώ ο Server διαχειρίζεται την εξυπηρέτηση των αιτημάτων και την επικοινωνία με το Data Storage, που ανήκει στο Data Layer. Το Data Storage είναι υπεύθυνο για την αποθήκευση και την ανάκτηση των δεδομένων της εφαρμογής.

Ακόμα, στην Εικόνα 15 που απεικονίζει την αρχιτεκτονική της εφαρμογής, εμφανίζεται μια ξεχωριστή ροή ανάπτυξης και εγκατάστασης, που περιλαμβάνει τον προγραμματιστή (Programmer), ο οποίος συνδέεται με το GitHub για τη διαχείριση του κώδικα. Το GitHub συνδέεται με το Docker, το οποίο διαχειρίζεται την εικονικοποίηση των περιβαλλόντων της εφαρμογής, ενώ τα παραγόμενα κοντέινερ αποθηκεύονται στο GitHub Container Registry για τη διανομή τους στα περιβάλλοντα ανάπτυξης και παραγωγής. Η αρχιτεκτονική αυτή διαχωρίζει τα επίπεδα λειτουργίας και υποστηρίζει αποτελεσματική ανάπτυξη και συντήρηση της εφαρμογής.



Εικόνα 15 Διάγραμμα Αρχιτεκτονικής του Συστήματος

4.2.3 Ροή προωθητικής ενέργειας

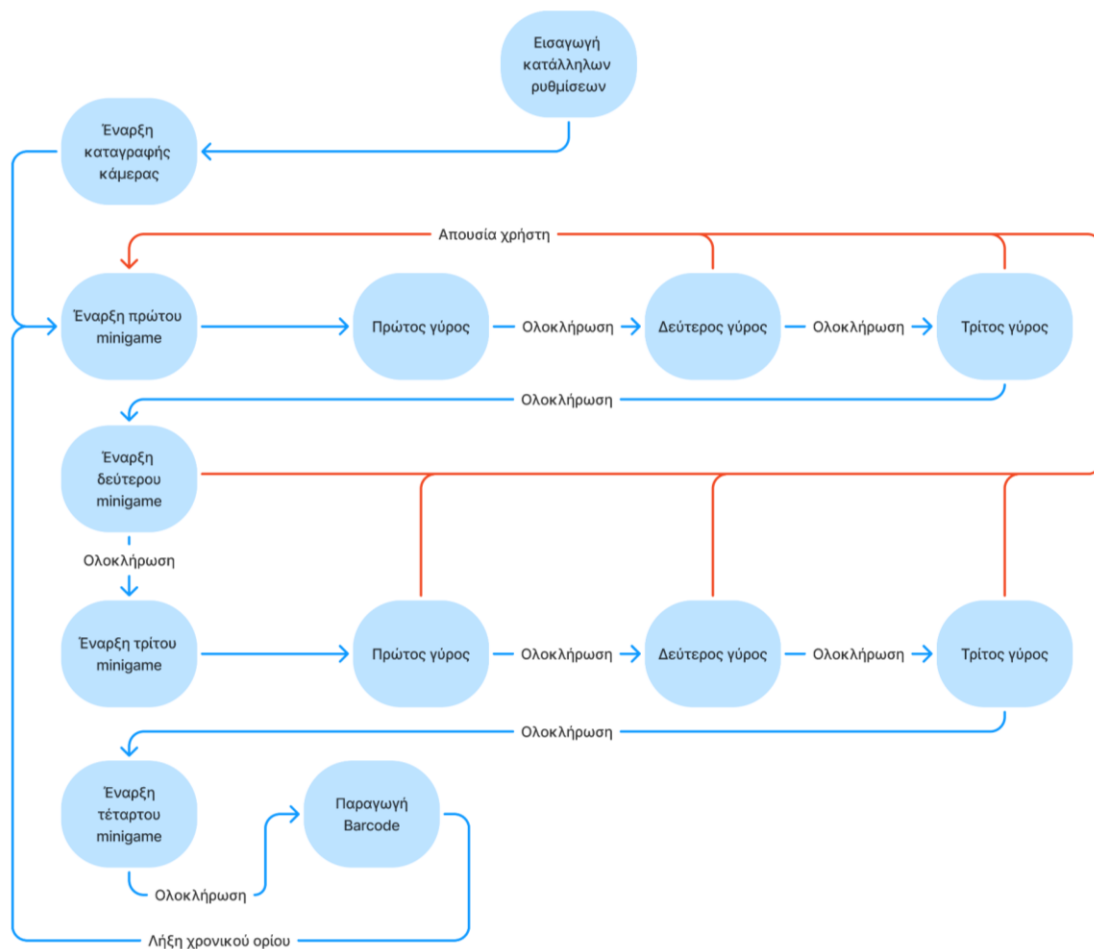
Η τελική εμπειρία του παίκτη, δηλαδή του χρήστη που θα συμμετάσχει στην προωθητική ενέργεια, είναι σχεδιασμένη με στόχο την απλότητα και τη ροή. Η Εικόνα 16 δείχνει το διάγραμμα ροής της προωθητικής ενέργειας, δηλαδή τα βήματα που θα ακολουθηθούν κατά την συμμετοχή ενός χρήστη στην προωθητική ενέργεια.

Αρχικά, ο διαχειριστής του συστήματος εισάγει τις κατάλληλες ρυθμίσεις για το υπολογιστικό σύστημα που θα τρέχει η εφαρμογή. Έπειτα, ξεκινάει την καταγραφή της κάμερας και περιμένει μέχρι να εμφανιστεί κάποιος παίκτης πρόθυμος να συμμετέχει στην προωθητική ενέργεια. Η ενέργεια ξεκινά με το πρώτο παιχνίδι, όπου ο χρήστης καλείται να εκτελέσει συγκεκριμένες πόζες, ακολουθώντας τις οδηγίες που του παρέχονται.

Ένα σημείο που αξίζει να σημειωθεί πριν αναλυθεί περαιτέρω η ροή, είναι πως κατά την αναζήτηση του παίκτη, η εφαρμογή μπορεί να εντοπίσει κι άλλες φιγούρες (για παράδειγμα τυχαίους περαστικούς που δεν θέλουν να πάρουν μέρος στην προωθητική ενέργεια και εγκαταλείπουν την εμβέλεια της κάμερας πριν ολοκληρώσουν τον πρώτο γύρο). Για την αποφυγή της έναρξης της προωθητικής ενέργειας από λάθος, η εφαρμογή θεωρεί ότι ο παίκτης ξεκινάει μόνο μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του πρώτου γύρου. Για τον λόγο αυτό και στο διάγραμμα ροής αν εντοπιστεί η απουσία του χρήστη δεν φαίνεται η επαναφορά του παιχνιδιού.

Με την επιτυχή ολοκλήρωση του πρώτου παιχνιδιού, η εφαρμογή προχωρά αυτόματα στο επόμενο στάδιο. Σε αυτή τη φάση, ο χρήστης εμπλέκεται σε μια δραστηριότητα όπου πρέπει να σπάσει μπαλόνια στην οθόνη, διατηρώντας μια ευχάριστη και διασκεδαστική διάθεση. Μετά την ολοκλήρωση του δεύτερου παιχνιδιού, ο χρήστης μεταβαίνει άμεσα στο τρίτο παιχνίδι, όπου καλείται να τοποθετήσει τα χέρια του μέσα σε δύο κύκλους που εμφανίζονται στις άκρες της οθόνης. Αυτή η διαδικασία (που όπως αναλύεται παρακάτω απαιτεί από τον χρήστη να πλησιάσει την οθόνη χωρίς ο ίδιος να το αντιληφθεί) τον προετοιμάζει για την επόμενη και τελική φάση.

Στο τέταρτο παιχνίδι, ο χρήστης καλείται να πλησιάσει την κάμερα και να χαμογελάσει, ολοκληρώνοντας έτσι την εμπειρία με έναν θετικό και ευχάριστο τρόπο. Μετά την ολοκλήρωση αυτού του παιχνιδιού, στην οθόνη εμφανίζεται ένα barcode, το οποίο ο χρήστης καλείται να σαρώσει με το κινητό του. Με αυτόν τον τρόπο, ολοκληρώνεται η προωθητική διαδικασία, και η εφαρμογή επανέρχεται αυτόματα στην αρχική της κατάσταση, έτοιμη να υποδεχτεί τον επόμενο χρήστη χωρίς να υπάρχουν ενδείξεις της προηγούμενης συμμετοχής. Αυτή η φαινομενικά αδιάκοπη επαναφορά διασφαλίζει την ομαλή ροή της προωθητικής ενέργειας και την παροχή μιας συνεκτικής εμπειρίας σε κάθε χρήστη.

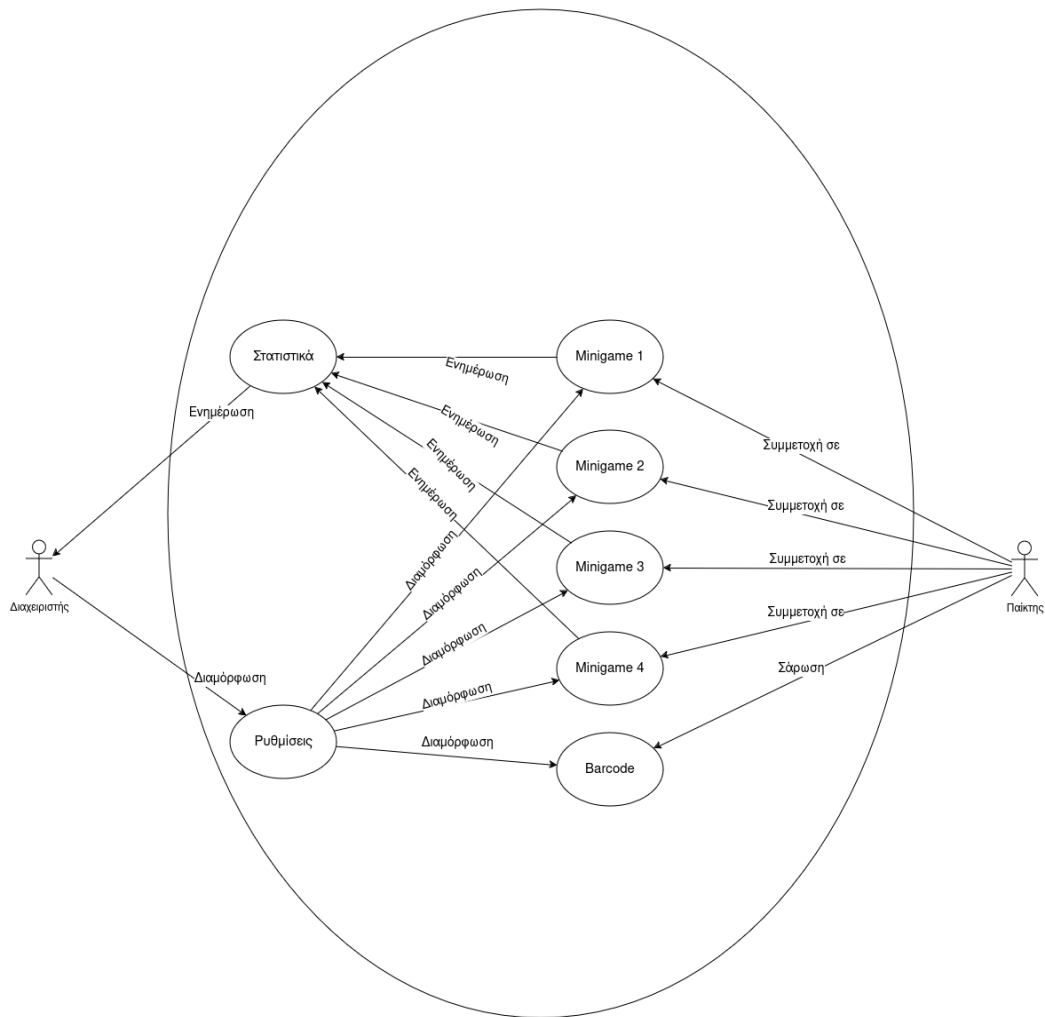


Εικόνα 16 Διάγραμμα ροής της πρωτογενούς ενέργειας

4.2.4 Διάγραμμα Χρήσης (Use Case) UML

Στην Εικόνα 17 παρουσιάζεται το Διάγραμμα Χρήσης (Use Case) βάσει της γλώσσας μοντελοποίησης UML (Unified Modeling Language). Το συγκεκριμένο διάγραμμα αναπαριστά τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των χρηστών (actors) και του υπό μελέτη συστήματος, περιγράφοντας τις λειτουργίες που οι χρήστες αυτοί μπορούν να εκτελέσουν. Το διάγραμμα επικεντρώνεται στις συμπεριφορές του συστήματος από τη σκοπιά των τελικών χρηστών, αποσκοπώντας στην κατανόηση των διαφόρων σεναρίων χρήσης που θα πρέπει να υποστηρίξει το σύστημα.

Οι χρήστες του συστήματος απεικονίζονται στο διάγραμμα ως «actors», ενώ οι αλληλεπιδράσεις τους με το σύστημα αναπαρίστανται μέσω των αντίστοιχων σεναρίων χρήσης (use cases). Το Διάγραμμα Χρήσης συνιστά κρίσιμο εργαλείο στην ανάλυση των λειτουργικών απαιτήσεων, καθώς βοηθά στη σαφή κατανόηση των ρόλων και των υποχρεώσεων των χρηστών.



Εικόνα 17 Διάγραμμα Χρήσης (Use Case)

4.2.5 Περιγραφή Κάθε Παιχνιδιού (Minigame)

Κάθε minigame σχεδιάστηκε ώστε να εκτελείται μέσω της αλληλεπίδρασης του παίκτη με το σώμα του, απαιτώντας από αυτόν να υιοθετήσει συγκεκριμένες στάσεις ή να τοποθετήσει τα χέρια του σε προκαθορισμένες θέσεις. Ωστόσο, προκειμένου να προσφερθεί ευελιξία και να αποφευχθεί η υπερβολική αυστηρότητα στην αξιολόγηση, η εφαρμογή έχει προγραμματιστεί να αναγνωρίζει ως σωστές τις κινήσεις που είναι "mirror". Αυτό σημαίνει ότι αν ζητείται από τον χρήστη να σηκώσει το δεξί του χέρι, η εφαρμογή θα δεχτεί ως σωστή την κίνηση αν αυτός σηκώσει το αριστερό του χέρι, με την προϋπόθεση ότι όλη η στάση είναι κατοπτρική (mirrored). Εάν, δηλαδή, οι κινήσεις δεν είναι πλήρως συμμετρικές με την αρχική οδηγία, τότε η κίνηση δεν θα καταμετρηθεί ως σωστή.

Για παράδειγμα, στο minigame "Simon Says", αν η τελευταία στάση απαιτεί από τον χρήστη να τοποθετήσει το αριστερό του χέρι στη μέση του και να σηκώσει το δεξί του χέρι, η εφαρμογή θα θεωρήσει σωστή την κίνηση εάν ο χρήστης τοποθετήσει το δεξί του χέρι στη μέση του και σηκώσει το αριστερό του χέρι. Σε αυτή την περίπτωση, η συνολική στάση πρέπει να είναι πλήρως κατοπτρική της ζητούμενης. Εάν ο χρήστης εκτελέσει μόνο ένα μέρος της κίνησης ως κατοπτρική, τότε η εφαρμογή δεν θα την αναγνωρίσει ως σωστή. Αυτό το χαρακτηριστικό προσθέτει ευελιξία και επιτρέπει στους χρήστες να ολοκληρώσουν τα

minigames χωρίς να χρειάζεται να τηρούν αυστηρά τις αρχικές οδηγίες, αλλά ταυτόχρονα απαιτεί την τήρηση της σωστής συμμετρίας για την αποδοχή της κίνησης.

Ακόμα, κάθε παιχνίδι δείχνει σε πραγματικό χρόνο την κάμερα του χρήστη σαν να κοιτάζεται σε έναν καθρέφτη. Πάνω στην εικόνα αυτή διαδραματίζονται τα παιχνίδια που ακολουθούν.

4.2.5.1 1ο παιχνίδι – Simon Says

Στο 1ο παιχνίδι σκοπός του χρήστη είναι να ακολουθήσει τις κινήσεις που του εμφανίζονται στην οθόνη.

Για να διευκολυνθεί η διαδικασία και να γίνει πιο σαφές τι πρέπει να κάνει, η πλατφόρμα ζωγραφίζει σε πραγματικό χρόνο κύκλους στα χέρια του χρήστη, οι οποίοι ξεκινούν με κόκκινο χρώμα και γίνονται πράσινοι όταν ο χρήστης τοποθετήσει σωστά τα σημεία του σώματός του. Για να υποβοηθηθεί ο χρήστης παραπάνω, κάθε σημείο του σώματος που είναι στην σωστή θέση εμφανίζει έναν κύκλο με πράσινο χρώμα ενώ κάθε λάθος σημείο μετατρέπει το χρώμα του κύκλου σε κόκκινο. Αυτή η διαδραστική προσέγγιση, μέσω της χρήσης της τεχνολογίας αναγνώρισης κίνησης, αυξάνει το επίπεδο συμμετοχής του χρήστη και ενισχύει τη σύνδεση μεταξύ της σωματικής κίνησης και της οπτικής ανατροφοδότησης, παρέχοντας μια πρωτότυπη και ευχάριστη εμπειρία.

Το παιχνίδι αυτό περιλαμβάνει 3 στάδια:

- Πρώτη στάση: Ο παίκτης πρέπει να καλύψει με το χέρι του το πρόσωπό του, όπως φαίνεται στην Εικόνα 18.
- Δεύτερη στάση: Ο παίκτης καλείται να κάτσει σε στάση “φλαμίνγκο”, δηλαδή να ακουμπήσει το πόδι του στο γόνατό του, όπως φαίνεται στην Εικόνα 19.
- Τρίτη στάση: Ζητείται από τον παίκτη να κάτσει σε στάση “Teapot”, δηλαδή το ένα χέρι να ακουμπήσει στην μέση του και το άλλο να έρθει στο ίδιο ύψος με τον ώμο του, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 20.



Εικόνα 18 Φωτογραφία οδηγός για την πρώτη στάση



Εικόνα 19 Φωτογραφία οδηγός για την δεύτερη στάση



Εικόνα 20 Φωτογραφία οδηγός για την τρίτη στάση

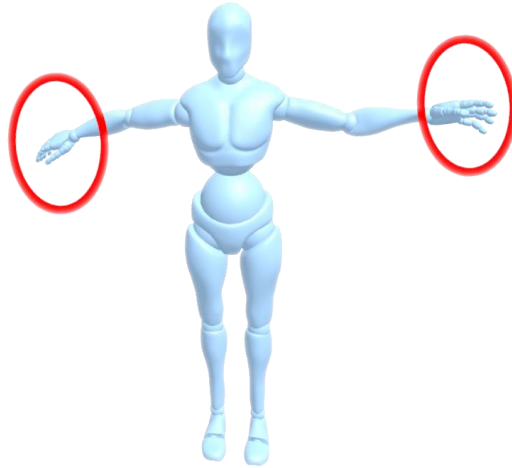
4.2.5.2 2ο παιχνίδι – Pop It

Στο δεύτερο παιχνίδι της πλατφόρμας, ο χρήστης συμμετέχει σε μια δραστηριότητα που απαιτεί να σπάσει διάφορα μπαλόνια που εμφανίζονται στην οθόνη, χρησιμοποιώντας τα χέρια του. Η συγκεκριμένη αλληλεπίδραση, μέσω της χρήσης φυσικών κινήσεων, συμβάλλει στην αύξηση του επιπέδου εμπλοκής και διασκέδασης του παίκτη. Το παιχνίδι αυτό είναι σχεδιασμένο ώστε να διατηρεί τον χρήστη σε ευχάριστη διάθεση, ενισχύοντας την ψυχαγωγική του εμπειρία, ενώ ταυτόχρονα παρατείνει τη χρονική του ενασχόληση με την πλατφόρμα. Με αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται η αύξηση της προσοχής του προς το προϊόν που πρόκειται να προωθηθεί, ενισχύοντας την αποδοτικότητα της διαφημιστικής στρατηγικής. Το παιχνίδι ολοκληρώνεται μέχρι ο παίκτης να έχει σπάσει 15 μπαλόνια.

4.2.5.3 3ο παιχνίδι – Reach Me

Στο πλαίσιο αυτής της δραστηριότητας, εμφανίζονται δύο κύκλοι στην οθόνη, οι οποίοι εμφανίζονται στην οθόνη πάνω από τον χρήστη. Η Εικόνα 21 αναπαριστά ένα παράδειγμα

της πόζας που πρέπει ο χρήστης να πάρει, και εμφανίζεται ως βοήθεια στον χρήστη. Ο στόχος του παιχνιδιού είναι ο χρήστης να τοποθετήσει τα χέρια του μέσα σε αυτούς τους κύκλους. Αυτό επαναλαμβάνεται 3 φορές.



Εικόνα 21 Φωτογραφία-οδηγός για το 3ο παιχνίδι

Ένα κρίσιμο στοιχείο αυτού του παιχνιδιού είναι ότι οι κύκλοι είναι τοποθετημένοι στις άκρες της οθόνης, γεγονός που υποχρεώνει τον χρήστη να πλησιάσει την οθόνη για να τους φτάσει, χωρίς να το αντιληφθεί πλήρως. Με αυτόν τον τρόπο, ο χρήστης προσεγγίζει την οθόνη, δημιουργώντας τις ιδανικές συνθήκες για την επόμενη φάση της διαδικασίας.

4.2.5.4 4ο παιχνίδι – Smile

Στο τέταρτο και τελευταίο παιχνίδι της πλατφόρμας, ο χρήστης καλείται να αλληλεπιδράσει με την κάμερα με έναν απλό αλλά αποτελεσματικό τρόπο. Συγκεκριμένα, το παιχνίδι ζητά από τον χρήστη να πλησιάσει την κάμερα και να χαμογελάσει. Αυτή η δραστηριότητα είναι σχεδιασμένη ώστε να δημιουργήσει μια θετική και ευχάριστη εμπειρία για τον χρήστη, ενεργοποιώντας συναισθήματα χαράς και ευεξίας.

Η ενέργεια αυτή, αν και φαινομενικά απλή, ενισχύει την αίσθηση της προσωπικής αλληλεπίδρασης με την πλατφόρμα, καθώς και την θετική διάθεση του χρήστη, γεγονός που μπορεί να αυξήσει την προθυμία του να συνεχίσει τη διαδικασία και να σαρώσει το barcode με την προσφορά.

4.2.6 Επίλυση τυχαίων σφαλμάτων κατά την αναγνώριση μιας φιγούρας σε πραγματικό χρόνο
Κατά την ανάπτυξη της πλατφόρμας προέκυψε το ζήτημα του διαχωρισμού τυχαίων σφαλμάτων στην αναγνώριση μιας ανθρώπινης φιγούρας από τη μόνιμη αποχώρηση του χρήστη από το πεδίο ανίχνευσης της κάμερας. Συγκεκριμένα, όταν ο χρήστης απομακρύνεται προσωρινά από το οπτικό πεδίο της κάμερας ή όταν το μοντέλο δεν καταφέρει να αναγνωρίσει σωστά ένα καρτέ (frame), είναι απαραίτητο να αποφευχθεί η πλήρης επανεκκίνηση του συστήματος. Ωστόσο, σε περίπτωση που ο χρήστης εγκαταλείψει το παιχνίδι οριστικά, το σύστημα θα πρέπει να επανέλθει στην αρχική του κατάσταση.

Η λύση που υιοθετήθηκε για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος περιλαμβάνει την ενημέρωση του χρήστη για την προσωρινή απώλεια ανίχνευσης και την έναρξη μιας αντίστροφης μέτρησης για την επαναφορά του συστήματος. Ο χρήστης διαθέτει συγκεκριμένο χρονικό περιθώριο, κατά τη διάρκεια του οποίου εάν δεν ανιχνευτεί ξανά κάποια ανθρώπινη φιγούρα, το σύστημα προχωρά σε πλήρη επαναφορά, δηλαδή ξεκινάει από την αρχή. Αντίθετα, αν κατά τη διάρκεια της αντίστροφης μέτρησης ο χρήστης επανεντοπιστεί, το παιχνίδι συνεχίζεται από το σημείο στο οποίο είχε διακοπεί.

4.2.7 Απουσία τυχαιότητας στα παιχνίδια

Η απουσία τυχαιότητας στα παιχνίδια που έχουν σχεδιαστεί για την προώθηση ενός προϊόντος μέσω της πλατφόρμας δεν είναι τυχαία, αλλά αποτελεί μια στρατηγική απόφαση με συγκεκριμένους σκοπούς και οφέλη. Παρακάτω παρατίθενται οι κύριοι λόγοι για τους οποίους επιλέχθηκε να μην υπάρχει τυχαιότητα στη ροή και τη δομή αυτών των παιχνιδιών.

4.2.7.1 Ελεγχόμενη εμπειρία χρήστη

Η σταθερή και προκαθορισμένη φύση των παιχνιδιών επιτρέπει τη δημιουργία μιας ελεγχόμενης και συνεκτικής εμπειρίας χρήστη. Όταν δεν υπάρχει τυχαιότητα, κάθε παίκτης βιώνει την ίδια αλληλουχία δράσεων και αντιδράσεων, εξασφαλίζοντας ότι όλοι οι χρήστες θα περάσουν από τα ίδια στάδια και θα εκτεθούν με τον ίδιο τρόπο στο προωθούμενο προϊόν. Αυτό εξασφαλίζει την ομοιογένεια της εμπειρίας και τη συνεχή διασφάλιση της ποιότητας της αλληλεπίδρασης.

4.2.7.2 Αποφυγή απογοήτευσης και αρνητικής εμπειρίας

Τα τυχαία στοιχεία στα παιχνίδια μπορεί να οδηγήσουν σε απρόβλεπτες καταστάσεις, οι οποίες ενδέχεται να προκαλέσουν απογοήτευση στον χρήστη. Για παράδειγμα, εάν ένα παιχνίδι περιλάμβανε τυχαία γεγονότα που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την επιτυχία του χρήστη, αυτός ενδέχεται να νιώσει αδικημένος ή απογοητευμένος, κάτι που θα μπορούσε να επηρεάσει αρνητικά τη συνολική του εμπειρία και την άποψή του για το προωθούμενο προϊόν.

4.2.7.3 Στοχευμένη προώθηση και μεγιστοποίηση της προσοχής

Χωρίς την τυχαιότητα, η πλατφόρμα μπορεί να σχεδιάσει και να κατευθύνει την εμπειρία του χρήστη με τρόπο που να μεγιστοποιεί την έκθεσή του στο προωθούμενο προϊόν. Η ελεγχόμενη φύση των παιχνιδιών εξασφαλίζει ότι ο χρήστης θα περάσει από όλες τις απαραίτητες φάσεις προτού φτάσει στο τελικό στάδιο, όπου θα εμφανιστεί το barcode. Με αυτόν τον τρόπο, η προσοχή του χρήστη κατευθύνεται μεθοδικά, χωρίς να αποσπάται από τυχαία γεγονότα ή απρόβλεπτες αλλαγές στη ροή του παιχνιδιού.

4.2.7.4 Διασφάλιση προβλεψιμότητας και αξιοπιστίας

Η απουσία τυχαιότητας εξασφαλίζει ότι το αποτέλεσμα κάθε παιχνιδιού είναι προβλέψιμο και αξιόπιστο. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό όταν ο σκοπός των παιχνιδιών είναι η προώθηση ενός προϊόντος, καθώς η πλατφόρμα πρέπει να εξασφαλίζει ότι ο χρήστης θα φτάσει στο επιθυμητό αποτέλεσμα - την εμφάνιση του barcode - με έναν αξιόπιστο τρόπο. Η προβλεψιμότητα αυτή προσφέρει εμπιστοσύνη στον χρήστη ότι η προσπάθειά του θα ανταμειφθεί, ενθαρρύνοντάς τον να συνεχίσει τη διαδικασία.

4.2.7.5 Ενίσχυση της εκπαίδευσης και της καθοδήγησης του χρήστη

Όταν τα παιχνίδια δεν περιέχουν τυχαία στοιχεία, μπορούν να σχεδιαστούν με τρόπο που να εκπαιδεύουν και να καθοδηγούν τον χρήστη βήμα-βήμα, χωρίς να τον θέτουν αντιμέτωπο με απρόβλεπτες δυσκολίες. Η προβλεψιμότητα της διαδικασίας επιτρέπει στους χρήστες να αισθάνονται άνετα και να κατανοούν πλήρως τι αναμένεται από αυτούς σε κάθε στάδιο. Αυτό όχι μόνο βελτιώνει την εμπειρία χρήστη, αλλά και διασφαλίζει ότι η προωθητική ενέργεια επιτυγχάνει το μέγιστο δυνατό αντίκτυπο.

4.2.7.6 Εύκολη προσαρμογή και αναπαραγωγή

Η απουσία τυχειότητας διευκολύνει την προσαρμογή και αναπαραγωγή της πλατφόρμας σε διαφορετικά περιβάλλοντα και για διαφορετικούς χρήστες. Καθώς η ροή και η δομή των παιχνιδιών είναι σταθερή, η πλατφόρμα μπορεί εύκολα να αναπαραχθεί σε πολλαπλές τοποθεσίες και να προσφέρει την ίδια εμπειρία σε όλους τους χρήστες, χωρίς να απαιτούνται επιπλέον ρυθμίσεις ή παραμετροποιήσεις. Αυτό εξοικονομεί χρόνο και πόρους, ενώ παράλληλα εξασφαλίζει την ποιότητα και τη συνέπεια της προωθητικής ενέργειας.

4.2.7.7 Υποστήριξη ανάλυσης δεδομένων και αξιολόγησης

Η σταθερή φύση των παιχνιδιών επιτρέπει τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων χρήστη με μεγαλύτερη ακρίβεια. Χωρίς την παρουσία τυχειότητας, οι συμπεριφορές των χρηστών μπορούν να καταγραφούν και να αξιολογηθούν με τρόπο που να αναδεικνύει σαφή μοτίβα και τάσεις. Αυτό διευκολύνει την ανατροφοδότηση για την αποτελεσματικότητα της προωθητικής στρατηγικής και επιτρέπει τη λήψη αποφάσεων με βάση τα δεδομένα, ώστε να βελτιστοποιηθεί η εμπειρία στο μέλλον.

4.2.7.8 Δυνατότητα ενσωμάτωσης στοιχείων μάρκετινγκ και προώθησης

Χωρίς τυχειότητα, η πλατφόρμα μπορεί να ενσωματώσει με μεγαλύτερη ευκολία στρατηγικά στοιχεία μάρκετινγκ και προώθησης. Αυτό επιτρέπει την παρουσίαση μηνυμάτων, εικόνων ή άλλων προωθητικών υλικών σε συγκεκριμένες στιγμές της εμπειρίας χρήστη, εξασφαλίζοντας ότι το μήνυμα του προϊόντος θα μεταφερθεί με ακρίβεια και θα έχει τον μέγιστο δυνατό αντίκτυπο. Η ελεγχόμενη ροή διασφαλίζει ότι η προώθηση είναι στοχευμένη και αποδοτική.

4.2.7.9 Συμπέρασμα

Συνολικά, η απουσία τυχειότητας στα παιχνίδια της πλατφόρμας αποτελεί μια σκόπιμη και στρατηγική επιλογή που αποσκοπεί στη βελτιστοποίηση της εμπειρίας χρήστη, την εξασφάλιση της συνέπειας και της αξιοπιστίας, και τη μεγιστοποίηση της αποτελεσματικότητας της προωθητικής ενέργειας. Με αυτόν τον τρόπο, η πλατφόρμα επιτυγχάνει να προσφέρει μια ολοκληρωμένη και εστιασμένη εμπειρία που εξυπηρετεί τόσο τον χρήστη όσο και τους στόχους της προώθησης του προϊόντος.

4.3 Πρακτική υλοποίηση εφαρμογής

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστεί η πρακτική υλοποίηση της εφαρμογής. Η ανάλυση δεν θα εστιάσει σε κάθε γραμμή κώδικα, καθώς κάτι τέτοιο δεν θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμο, αλλά θα εξεταστεί το γενικό πλαίσιο της υλοποίησης. Θα αναλυθούν οι αποφάσεις που ελήφθησαν σχετικά με τον προγραμματιστικό χειρισμό των προβλημάτων, καθώς και οι

παραμετροποιήσεις που εφαρμόστηκαν στα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διαδικασία ανάπτυξης.

4.3.1 Απεξάρτηση από online σύνδεση

Για την εξασφάλιση της δυνατότητας εκτέλεσης της εφαρμογής σε συνθήκες χωρίς σύνδεση στο διαδίκτυο (offline), ήταν απαραίτητο να πραγματοποιηθεί η τοπική λήψη και ενσωμάτωση των μοντέλων του MediaPipe και του face-api.js. Επιπλέον, η εφαρμογή έπρεπε να διαμορφωθεί κατάλληλα ώστε να μπορεί να λειτουργεί ανεξάρτητα από οποιονδήποτε εξωτερικό server.

Τα μοντέλα του MediaPipe διατίθενται για τοπική χρήση μέσω μιας λίστας που παρέχεται από την Google στο `storage.googleapis.com`, επιτρέποντας την απρόσκοπτη λήψη τους και τη χρήση τους τοπικά (`storage.googleapis.com`, χ.χ.). Αντίστοιχα, η βιβλιοθήκη `face-api.js` είναι διαθέσιμη μέσω του κεντρικού αποθετηρίου κώδικα στο GitHub (Github, n.d.), παρέχοντας τη δυνατότητα χρήσης της σε offline περιβάλλοντα.

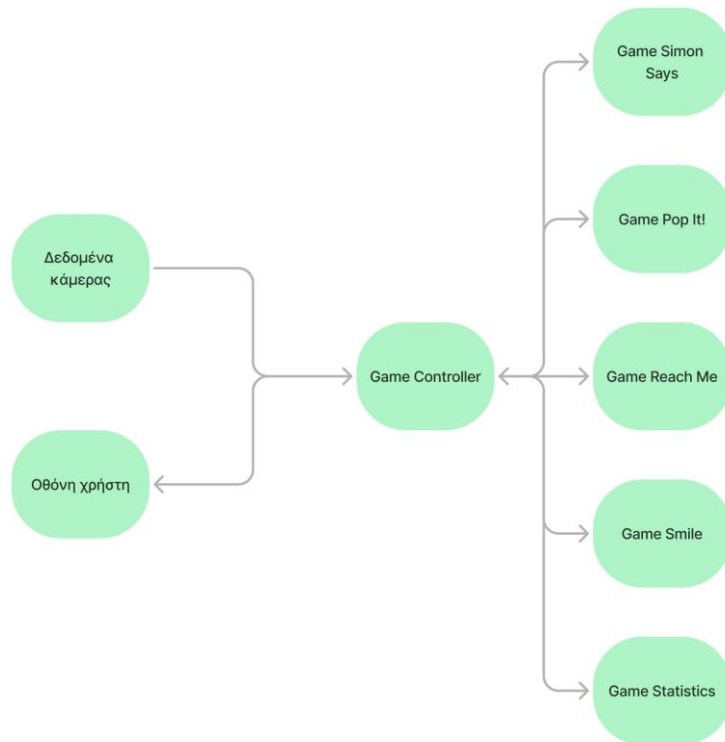
Τα αρχεία των μοντέλων αυτών βρίσκονται κάτω από τον φάκελο `models` που βρίσκεται μέσα στον φάκελο `public`. Ο `public` φάκελος στην Next.js διαθέτει τα αρχεία ανακτήσιμα από τους τελικούς χρήστες και με αυτόν τον τρόπο η φόρτωση των μοντέλων αλλά και η αναγνώριση σώματος και προσώπου πραγματοποιείται στην πλευρά του τελικού χρήστη (client side), προσφέροντας τόσο ανεξαρτησία όσο και ιδιωτικότητα.

4.3.2 Δομή και Οργάνωση Κώδικα

Ο κώδικας της εφαρμογής έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να διευκολύνεται η προσθήκη, αφαίρεση, και συντήρηση των διαφόρων παιχνιδιών. Η αρχιτεκτονική αυτή επιτρέπει τη χρήση κοινών λειτουργιών και μεταβλητών μεταξύ των παιχνιδιών, γεγονός που απλοποιεί τη διαδικασία ανάπτυξης και επεκτασιμότητας

4.3.2.1 Η λειτουργία του Game Controller

Ο κεντρικός έλεγχος όλων των παιχνιδιών υλοποιείται μέσω του αρχείου `gameController.ts`, το οποίο περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες συναρτήσεις που διαχειρίζονται τη ροή του παιχνιδιού. Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται και στην [Εικόνα 22](#), ο `gameController` είναι υπεύθυνος για τη μετάβαση από το ένα παιχνίδι στο επόμενο, την επαναφορά του παιχνιδιού σε περίπτωση απουσίας του χρήστη, καθώς και την διαχείριση των landmarks.



Εικόνα 22 Οπτικοποίηση λειτουργίας του Game Controller

Με την διαχείριση των δεδομένων της κάμερας να γίνεται από έναν κεντρικό “κόμβο” οι λειτουργίες διαχωρίζονται και ο κώδικας γίνεται όχι μόνο πιο δομημένος αλλά και πιο κατανοητός σε μελλοντικό προγραμματιστή. Ακόμα, θέτει τις βάσεις για μελλοντικό προγραμματισμό με *microservices* όπου μπορεί αντί να τρέχει όλη η εφαρμογή τοπικά να γίνεται μόνο ο εντοπισμός των σημείων του χρήστη τοπικά και οι υπόλοιπες διεργασίες να εκτελούνται απομακρυσμένα σε κάποιον *server*. Τέλος, είναι πολύ εύκολο να προσθαφαιρεθούν παιχνίδια ή να αλλάξει η σειρά τους αν αυτό κριθεί σκόπιμο στο μέλλον.

4.3.2.2 Κοινές Συναρτήσεις Παιχνιδιών

Στα παιχνίδια που αναπτύχθηκαν έχουν κάποιες συναρτήσεις και μεταβλητές με τα ίδια ορίσματα και τα ίδια ονόματα για την εύκολη διαχείρισή τους από έναν κεντρικό διαχειριστή (*controller*). Ο Πίνακας 1 αναλύει τα κοινά στοιχεία.

	Simon Says	Pop It	Reach Me	Smile
<p>handleLandmarks (συνάρτηση)</p> <p>Σκοπός της συνάρτησης αυτής είναι να διαχειριστεί τα δεδομένα που συλλέγονται και να αποτυπώσει στην οθόνη τις πληροφορίες που απαιτεί το εκάστοτε</p>	✓	✓	✓	✗

παιχνίδι.				
<p>handleFaceLandmarks (συνάρτηση)</p> <p>Η συνάρτηση αυτή έχει ακριβώς τον ίδιο σκοπό με την handleLandmarks με την μόνη διαφορά πως δέχεται δεδομένα προσώπου και όχι σώματος.</p>	X	X	X	✓
<p>resetGame (συνάρτηση)</p> <p>Η συνάρτηση αυτή επαναφέρει την κατάσταση του παιχνιδιού στην αρχική του, ώστε να μπορεί να ξεκινήσει εκ νέου.</p>	✓	✓	✓	✓
<p>isGameCompleted (boolean μεταβλητή)</p> <p>Η μεταβλητή αυτή δηλώνει αν το παιχνίδι έχει ολοκληρωθεί ή όχι.</p>	✓	✓	✓	✓
<p>firstTimeHere (boolean μεταβλητή)</p> <p>Η μεταβλητή αυτή δηλώνει αν η αντίστοιχη συνάρτηση handleLandmarks έχει εκτελεστεί σε αυτό το παιχνίδι.</p>	✓	✓	✓	X

Πίνακας 1 Κοινές συναρτήσεις ανάμεσα στα αρχεία παιχνιδιών

4.3.2.3 Διαχείριση Απουσίας Χρήστη

Η εφαρμογή, όπως αναλύθηκε προηγουμένως, σχεδιάστηκε με στόχο να "αναμένει" για ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα πριν την επανεκκίνηση της λειτουργίας της, ενώ παράλληλα εκτελείται συνεχής έλεγχος για την ανίχνευση του χρήστη. Από προγραμματιστική σκοπιά, χρησιμοποιείται μια μεταβλητή για την αποθήκευση της χρονικής στιγμής (ημερομηνία και ώρα) κατά την οποία ο χρήστης παύει να ανιχνεύεται για πρώτη φορά. Σε κάθε frame όπου ο χρήστης δεν εντοπίζεται από το μοντέλο, υπολογίζεται το χρονικό διάστημα που έχει παρέλθει από την αρχική στιγμή της μη ανίχνευσης. Εάν αυτό το διάστημα υπερβεί το προκαθορισμένο όριο που έχει οριστεί από τον διαχειριστή, ενεργοποιείται η συνάρτηση resetAllGames, η οποία επαναφέρει όλα τα παιχνίδια στην αρχική τους κατάσταση.

Η διαδικασία αυτή εξασφαλίζει ότι η εφαρμογή επανέρχεται στην αρχική της λειτουργία όταν ο χρήστης παραμένει μη ανιχνεύσιμος για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από το προβλεπόμενο, επιτρέποντας τη συνεχή ομαλή λειτουργία και την προσαρμογή στις απαιτήσεις του διαχειριστή.

4.4 Χρήση Docker για Ανάπτυξη και Διάθεση

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η χρήση του Docker αποτελεί μια δημοφιλή και αποτελεσματική μέθοδο για την ανάπτυξη και διάθεση εφαρμογών. Στην παρούσα ενότητα, θα αναλύσουμε τη διαδικασία δημιουργίας ενός Docker image για την εφαρμογή μας, καθώς και τη διαδικασία αποθήκευσης και διαχείρισης του Docker image μέσω του GitHub Container Registry (GHCR).

4.4.1 Δημιουργία Docker Image

Για την εκτέλεση της εφαρμογής μας χρησιμοποιείται ένα Docker image, το οποίο περιέχει όλες τις απαραίτητες εξαρτήσεις και ρυθμίσεις για την ομαλή λειτουργία της. Η δημιουργία του Docker image βασίζεται σε ένα αρχείο 'Dockerfile', το οποίο περιέχει τις οδηγίες για το πώς θα δομηθεί το περιβάλλον εκτέλεσης της εφαρμογής. Το 'Dockerfile' έχει το εξής περιεχόμενο:

```
FROM node:18
WORKDIR /app
COPY package.json package-lock.json ./
RUN npm install
COPY . .
RUN npm run build
EXPOSE 3000
CMD ["npm", "run", "start"]
```

Παρακάτω αναλύονται οι εντολές που περιέχονται στο 'Dockerfile'.

4.4.1.1 FROM node:18

Η εντολή αυτή καθορίζει τη βάση του Docker image. Στην εφαρμογή, χρησιμοποιείται η επίσημη εικόνα του Node.js στην έκδοση 18, η οποία περιέχει όλο το απαραίτητο περιβάλλον για την εκτέλεση εφαρμογών Node.js. Η χρήση συγκεκριμένης έκδοσης του Node.js διασφαλίζει τη συμβατότητα και τη σταθερότητα της εφαρμογής.

4.4.1.2 WORKDIR /app

Αυτή η εντολή ορίζει τον εργαζόμενο κατάλογο (working directory) μέσα στο container. Όλες οι επόμενες εντολές εκτελούνται μέσα σε αυτόν τον κατάλογο. Με αυτόν τον τρόπο, διασφαλίζεται η σωστή οργάνωση των αρχείων και η αποφυγή σύγχυσης κατά την εκτέλεση των εντολών.

4.4.1.3 COPY package.json package-lock.json ./

Μέσω της εντολής αυτής, αντιγράφονται τα αρχεία 'package.json' και 'package-lock.json' από το τοπικό σύστημα αρχείων στον container. Αυτά τα αρχεία περιέχουν πληροφορίες για τις εξαρτήσεις της εφαρμογής, οι οποίες θα εγκατασταθούν στο επόμενο βήμα.

4.4.1.4 RUN npm install

Η εντολή αυτή εγκαθιστά όλες τις εξαρτήσεις που απαιτούνται για την εκτέλεση της εφαρμογής, όπως αυτές ορίζονται στο 'package.json'. Η εντολή 'npm install' διασφαλίζει ότι όλες οι βιβλιοθήκες που χρειάζεται η εφαρμογή θα είναι διαθέσιμες μέσα στο container.

4.4.1.5 COPY . .

Αυτή η εντολή αντιγράφει όλα τα αρχεία της εφαρμογής από τον τοπικό δίσκο στον εργαζόμενο κατάλογο του container. Με αυτόν τον τρόπο, το container περιέχει πλέον τον πλήρη κώδικα της εφαρμογής. Στο σημείο αυτό να αναφέρουμε πως ο φάκελος 'node_modules' εξαιρείται από την αντιγραφή καθώς εμπεριέχεται στο αρχείο '.dockerignore'.

4.4.1.6 RUN npm run build

Η εντολή αυτή εκτελεί τη διαδικασία δημιουργίας (build) της εφαρμογής. Στην περίπτωση των εφαρμογών Node.js, αυτό συνήθως περιλαμβάνει τη μεταγλώττιση του κώδικα TypeScript σε JavaScript ή την ελαχιστοποίηση (minification) των αρχείων JavaScript και CSS. Το αποτέλεσμα είναι μια βελτιστοποιημένη έκδοση της εφαρμογής, έτοιμη για παραγωγή.

4.4.1.7 EXPOSE 3000

Η εντολή αυτή καθορίζει ότι ο container θα ακούει για εισερχόμενες συνδέσεις στην πόρτα 3000. Αυτό το βήμα είναι απαραίτητο για την παρούσα εφαρμογή αλλά και γενικότερα είναι πολύ χρήσιμο για εφαρμογές web, καθώς επιτρέπει την πρόσβαση στην εφαρμογή μέσω αυτής της θύρας.

4.4.1.8 CMD ["npm", "run", "start"]

Τέλος, αυτή η εντολή ορίζει την εντολή που θα εκτελείται κατά την εκκίνηση του container. Εδώ, η εντολή 'npm run start' ξεκινάει τον διακομιστή της εφαρμογής, καθιστώντας την διαθέσιμη για χρήση.

Αυτή η διαδικασία κατασκευής του Docker image διασφαλίζει ότι η εφαρμογή μας είναι απομονωμένη από το περιβάλλον φιλοξενίας και μπορεί να αναπαραχθεί και να εκτελεστεί οπουδήποτε υποστηρίζεται το Docker.

4.4.2 Αποθήκευση και Διαχείριση στο GitHub Container Registry (GHCR)

Αφού δημιουργηθεί το Docker image, το επόμενο βήμα είναι η αποθήκευση και διαχείρισή του σε ένα κατάλληλο αποθετήριο. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιούμε το GitHub Container Registry (GHCR), το οποίο προσφέρει μια αξιόπιστη και ασφαλή πλατφόρμα για την αποθήκευση Docker images.

Το GHCR είναι μια υπηρεσία αποθετηρίου container images που παρέχεται από το GitHub και επιτρέπει στους χρήστες να αποθηκεύουν και να διαχειρίζονται Docker images απευθείας από τα αποθετήρια του GitHub τους. Για την αυτόματη δημιουργία και μεταφόρτωση του Docker image στο GHCR, χρησιμοποιούμε το GitHub Actions, μια υπηρεσία CI/CD που επιτρέπει την αυτοματοποίηση των διαδικασιών ανάπτυξης.

Ακολουθεί ένα παράδειγμα ενός αρχείου ροής εργασίας (workflow file) στο GitHub Actions που δημιουργεί και φιλοξενεί αυτόματα το Docker image:

```
name: Build and Push MSc-Final-Project Docker Image
```

```
on:
```

```

pull_request:
  branches:
    - main
  types:
    - closed
push:
  branches:
    - main

jobs:
  build-and-push:
    runs-on: ubuntu-latest
    steps:
      - name: Checkout code
        uses: actions/checkout@v3
        with:
          path: src

      - name: Login to GHCR
        uses: docker/login-action@v1
        with:
          registry: ghcr.io
          username: ${{ github.actor }}
          password: ${{ secrets.PAT_TOKEN }}

      - name: Build and push Docker image
        working-directory: ./src
        run: |
          docker build -t ghcr.io/${{ github.actor }}/msc-final-project/promotion-page-nextjs:latest
          ./src
          docker push ghcr.io/${{ github.actor }}/msc-final-project/promotion-page-nextjs:latest

```

Παρακάτω παρέχεται αναλυτική επεξήγηση των βημάτων.

4.4.2.1 Checkout code

Αυτό το βήμα κλωνοποιεί τον κώδικα από το αποθετήριο στο οποίο είναι αποθηκευμένο το αρχείο ροής εργασίας.

4.4.2.2 Login to GHCR

Σε αυτό το στάδιο, γίνεται σύνδεση στο GHCR χρησιμοποιώντας τις διαπιστεύσεις του χρήστη και το GitHub token που είναι αποθηκευμένο στα 'secrets' του αποθετηρίου.

4.4.2.3 Build and push Docker image

Η εντολή 'docker build' κατασκευάζει το Docker image χρησιμοποιώντας το 'Dockerfile' που βρίσκεται στο ριζικό κατάλογο του αποθετηρίου και η εντολή 'docker push' μεταφορτώνει το Docker image στο GHCR, καθιστώντας το διαθέσιμο για χρήση από άλλες υπηρεσίες ή περιβάλλοντα.

Με την ολοκλήρωση αυτών των βημάτων, το Docker image της εφαρμογής μας είναι πλέον διαθέσιμο στο GHCR, όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτέλεση της εφαρμογής σε οποιοδήποτε περιβάλλον υποστηρίζει Docker. Αυτή η προσέγγιση όχι μόνο διευκολύνει την ανάπτυξη και διάθεση της εφαρμογής αλλά και διασφαλίζει την επαναληψιμότητα και τη σταθερότητα των διανομών.

5. Μεθοδολογία Πειραματικής Έρευνας

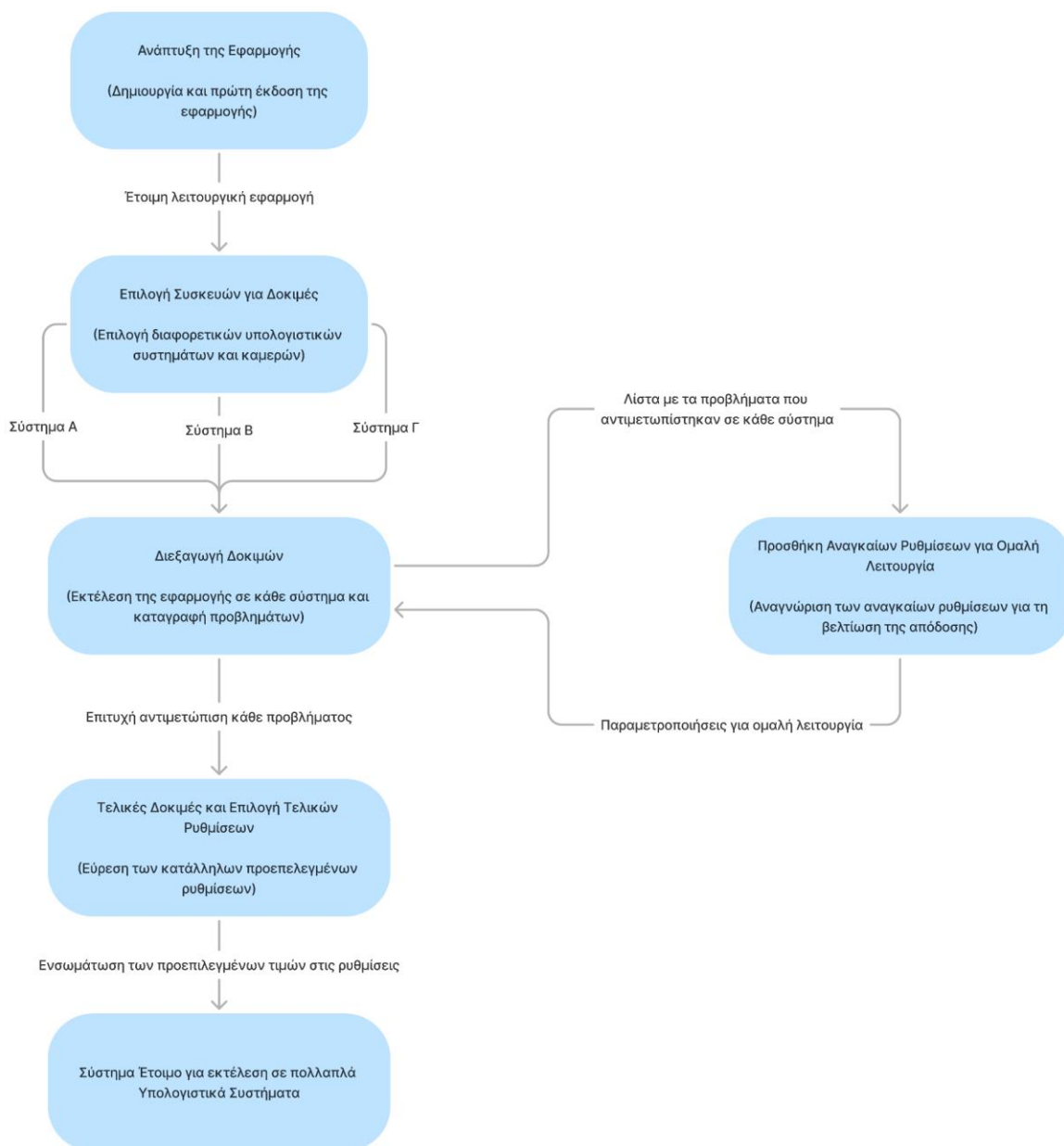
Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται τα πειράματα που έγιναν κατά την ανάπτυξη της εφαρμογής και οι αποφάσεις που πάρθηκαν βάση των αποτελεσμάτων.

5.1 Περιγραφή Μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την ανάπτυξη της εφαρμογής περιλαμβάνει μια σειρά διαδοχικών βημάτων, ξεκινώντας από την ανάπτυξη μιας λειτουργικής εφαρμογής, η οποία στη συνέχεια υποβάλλεται σε διεξοδικές δοκιμές σε διάφορα συστήματα (ενδεικτικά έχουν ονομαστεί Σύστημα Α, Σύστημα Β, Σύστημα Γ στην [Εικόνα 23](#)). Τα συστήματα αυτά δύναται να έχουν διαφορετικές περιφερειακές συσκευές ή/και διαφορετικά υπολογιστικά χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα ένα σύστημα μπορεί να είναι ένας υπολογιστής υψηλής απόδοσης με μία κάμερα υψηλής ανάλυσης και ένα άλλο σύστημα να είναι ο ίδιος υπολογιστής με κάμερα χαμηλότερης ανάλυσης.

Αφού επιλεχθούν οι κατάλληλες συσκευές για τις δοκιμές, πραγματοποιούνται οι αρχικές δοκιμές, κατά τις οποίες καταγράφονται τυχόν προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν σε κάθε σύστημα. Στη συνέχεια, προστίθενται οι απαραίτητες ρυθμίσεις και παραμετροποιήσεις για την ομαλή λειτουργία της εφαρμογής, ακολουθούμενες από νέες δοκιμές για να διασφαλιστεί η αποτελεσματική επίλυση των προβλημάτων.

Αφού επιλυθούν όλα τα προβλήματα, διεξάγονται τελικές δοκιμές, κατά τις οποίες επιλέγονται οι βέλτιστες ρυθμίσεις και ενσωματώνονται στις προεπιλεγμένες τιμές της εφαρμογής. Έπειτα, το τελικό σύστημα είναι έτοιμο για εκτέλεση σε πολλαπλά υπολογιστικά συστήματα, εξασφαλίζοντας την πλήρη λειτουργικότητα και αξιοπιστία του.



Εικόνα 23 Διάγραμμα Μεθοδολογίας

5.2 Συστήματα και Υλικό που Χρησιμοποιήθηκαν

Κατά την πειραματική φάση της διπλωματικής εργασίας, αξιοποιήθηκαν πολλαπλά υπολογιστικά συστήματα με διαφορετικά τεχνικά χαρακτηριστικά, όπως κάρτες γραφικών και επεξεργαστές, τα οποία διέφεραν σε επίπεδο απόδοσης. Συγκεκριμένα, μελετήθηκαν συστήματα με λιγότερο αποδοτικές κάρτες γραφικών και επεξεργαστές, καθώς και συστήματα με πιο σύγχρονες και ισχυρές υποδομές. Ο στόχος ήταν να διαπιστωθούν οι απαραίτητες συνθήκες που απαιτούνται ώστε οι εφαρμογές να λειτουργούν με παρόμοια απόδοση σε όλα τα εξεταζόμενα συστήματα, ανεξαρτήτως της υπολογιστικής τους ισχύος.

5.2.1 Υπολογιστικά συστήματα

5.2.1.1 Υπολογιστικό σύστημα υψηλής απόδοσης

- Κεντρικός Επεξεργαστής (CPU): AMD Ryzen 7 5700g, με 8 πυρήνες και συχνότητα 3.8 GHz.
- Κάρτα Γραφικών (GPU): NVIDIA GeForce RTX 3060Ti.
- Μνήμη (RAM): 64GB DDR4.
- Αποθηκευτικός Χώρος: 2TB NVMe SSD.

5.2.1.2 Υπολογιστικό σύστημα μέτριας απόδοσης

- Κεντρικός Επεξεργαστής (CPU): Intel Core i5-7500, με 4 πυρήνες και συχνότητα 3.4 GHz.
- Κάρτα Γραφικών (GPU): Mesa Intel HD Graphics 630.
- Μνήμη (RAM): 8GB DDR4.
- Αποθηκευτικός Χώρος: 256GB HDD.

5.2.2 Περιφερειακές Συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν

5.2.2.1 Webcam

Δεν απαιτείται υψηλής ποιότητας κάμερα για την εύρυθμη λειτουργία της πλατφόρμας αλλά μία κάμερα με καλές προδιαγραφές θα αύξανε την ποιότητα της εικόνας και κατά συνέπεια τόσο την συνολική εμπειρία του χρήστη όσο και τα αποτελέσματα των αλγόριθμος επεξεργασίας εικόνας.

Συνεπώς η πλατφόρμα δοκιμάστηκε με 2 κάμερες διαφορετικών αναλύσεων:

- Χρησιμοποιήθηκε η κάμερα Logitech C920 HD Pro Webcam, η οποία υποστηρίζει ανάλυση 1080p.
- Ακόμα, χρησιμοποιήθηκε η κάμερα Lamtech Web Camera Lam021486, η οποία υποστηρίζει ανάλυση 720p.

5.2.2.2 Οθόνη

Για την αλληλεπίδραση του χρήστη με τα minigames, χρησιμοποιήθηκαν διάφορες οθόνες και τηλεοράσεις ώστε να εξεταστεί η εμπειρία του χρήστη και η προσαρμοστικότητα της εφαρμογής.

Συγκεκριμένα η εφαρμογή εξετάστηκε στις παρακάτω οθόνες:

- Στην οθόνη Samsung U28R550 28" σε ανάλυση 3840 x 2160 HDR (4K)
- Στην οθόνη Samsung S27AG50 27" σε ανάλυση 2560 x 1440 (1440p ή QHD)
- Στην τηλεόραση LG 65QNED756RA 65" σε ανάλυση 3840 x 2160 HDR (4K QNED)
- Στην τηλεόραση Blaupunkt 32FBG5010 32" σε ανάλυση 1920 x 1080 HDR (1080p ή Full HD)

5.3 Εύρεση αναγκαίων ρυθμίσεων για την ομαλή λειτουργία της εφαρμογής σε ποικίλα υπολογιστικά συστήματα

Προκειμένου να ξεκινήσει η διαδικασία της προωθητικής ενέργειας, ο χρήστης καλείται να εισάγει τις παραμέτρους που ανταποκρίνονται στην υπολογιστική ισχύ του συστήματός του και στις δυνατότητες της οθόνης του. Η διαδικασία αυτή απαιτεί έναν ελάχιστο χρόνο δοκιμών, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου οι προεπιλεγμένες ρυθμίσεις δεν είναι οι πλέον κατάλληλες για τον συγκεκριμένο χρήστη. Η πλατφόρμα παρέχει ένα εύχρηστο περιβάλλον που διευκολύνει αυτή τη διαδικασία. Αρκεί μία φορά να οριστούν οι κατάλληλες ρυθμίσεις, ώστε ο χρήστης να είναι βέβαιος ότι το πρόγραμμα θα εκτελείται με συνέπεια, διατηρώντας την ίδια απόδοση κάθε φορά που χρησιμοποιούνται οι συγκεκριμένες ρυθμίσεις.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθούν οι βασικές ρυθμίσεις που περιλαμβάνει η πλατφόρμα, καθώς και οι λόγοι πίσω από την επιλογή της προσθήκης των συγκεκριμένων ρυθμίσεων και των προεπιλεγμένων τιμών για κάθε μία από αυτές.

5.3.1 Διάμετρος βοηθητικού κύκλου (Circle Radius)

Στο 1ο και 3ο minigame, ο χρήστης βλέπει στην οθόνη τον εαυτό του να αλληλεπιδρά με κύκλους που εμφανίζονται σε διάφορα σημεία της οθόνης. Η τοποθέτηση των κύκλων διαφέρει σε κάθε minigame, ανάλογα με τους στόχους του συγκεκριμένου παιχνιδιού. Αναλυτικότερη περιγραφή αυτών των στόχων αναλύεται στο [5.3.1 Διάμετρος βοηθητικού κύκλου \(Circle Radius\)](#), τα οποία καλύπτουν τους μηχανισμούς αυτών των minigames.

Ένα κρίσιμο στοιχείο που επηρεάζει την εμπειρία του χρήστη είναι το μέγεθος των βοηθητικών κύκλων, το οποίο καθορίζεται από τις ρυθμίσεις της εφαρμογής. Το μέγεθος αυτό επηρεάζει σημαντικά το πόσο ελαστική είναι η πλατφόρμα στην εκτίμηση του αν ο χρήστης έχει εκτελέσει τη ζητούμενη κίνηση με επιτυχία ή όχι. Για παράδειγμα, στο τρίτο minigame, ο παίκτης καλείται να τοποθετήσει τα χέρια του σε συγκεκριμένα σημεία. Για να εκτιμηθεί η ακρίβεια αυτής της κίνησης, υπολογίζεται η ευκλείδεια απόσταση μεταξύ του χεριού του παίκτη και του κέντρου του κύκλου. Αν η ευκλείδεια απόσταση είναι μικρότερη από τη διάμετρο του βοηθητικού κύκλου, τότε η εφαρμογή θεωρεί ότι ο παίκτης έχει τοποθετήσει τα χέρια του στη σωστή θέση.

Η επιλογή της διαμέτρου των κύκλων έχει άμεσες επιπτώσεις στην εμπειρία του χρήστη. Μια μεγάλη διάμετρος επιτρέπει μεγαλύτερη ελαστικότητα, κάτι που μπορεί να οδηγήσει στο να θεωρείται ότι ο χρήστης έχει εκτελέσει σωστά τις κινήσεις ακόμα και αν δεν ακολούθησε επακριβώς τις οδηγίες. Αντίθετα, μια πολύ μικρή διάμετρος απαιτεί υψηλή ακρίβεια από τον χρήστη, κάτι που μπορεί να προκαλέσει κόπωση και ενδεχομένως να οδηγήσει τον χρήστη σε εγκατάλειψη του παιχνιδιού. Αυτή η ισορροπία είναι κρίσιμη για την εξασφάλιση μιας θετικής εμπειρίας χρήστη.

Η προεπιλεγμένη τιμή για τη διάμετρο του βοηθητικού κύκλου είναι 20, ωστόσο, αυτή η τιμή ενδέχεται να χρειάζεται προσαρμογή ανάλογα με το μέγεθος και την ανάλυση της οθόνης στην οποία εκτελείται η εφαρμογή, ώστε να διασφαλιστεί η καλύτερη δυνατή εμπειρία χρήστη.

5.3.2 Ταχύτητα αύξησης και μείωσης βοηθητικού κύκλου (Reduce & Increase Circle Speed)

Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, όταν ο παίκτης εκτελεί σωστά την απαιτούμενη κίνηση, οι βοηθητικοί κύκλοι που εμφανίζονται στην οθόνη αλλάζουν χρώμα από κόκκινο σε πράσινο. Αυτή η αλλαγή χρώματος υποδεικνύει ότι ο παίκτης έχει επιτύχει την επιθυμητή θέση του σώματός του. Στη συνέχεια, οι κύκλοι αρχίζουν να εξαφανίζονται σταδιακά, ακολουθώντας τη φορά του ρολογιού, κάτι που σηματοδοτεί την επιτυχή ολοκλήρωση της κίνησης.

Ωστόσο, εάν ο παίκτης αποτύχει να διατηρήσει τη σωστή πόζα, οι κύκλοι επανέρχονται στο κόκκινο χρώμα, υποδεικνύοντας ότι η κίνηση δεν είναι πλέον σωστή. Σε αυτή την περίπτωση, οι κύκλοι γεμίζουν ξανά, αλλά αυτή τη φορά ακολουθούν την αντίθετη φορά του ρολογιού, υποδεικνύοντας την αναίρεση της επιτυχούς ολοκλήρωσης της κίνησης.

Η ταχύτητα με την οποία αυξάνεται ή μειώνεται το μέγεθος των κύκλων και η αντίστοιχη μεταβολή στο χρώμα τους παίζει σημαντικό ρόλο στην εμπειρία του παίκτη. Μια πιο αργή ταχύτητα μπορεί να δίνει στον παίκτη περισσότερο χρόνο να διορθώσει την πόζα του, ενώ μια πιο γρήγορη ταχύτητα μπορεί να προσθέσει επιπλέον πίεση και να αυξήσει την πρόκληση του παιχνιδιού. Η κατάλληλη ρύθμιση αυτής της ταχύτητας είναι κρίσιμη για την ισορροπία μεταξύ πρόκλησης και επιβράβευσης, διασφαλίζοντας έτσι μια θετική και ικανοποιητική εμπειρία χρήστη.

Συστήνεται στις τιμές που θέτει ο χρήστης στις ρυθμίσεις, η ταχύτητα μείωσης των κύκλων να είναι μεγαλύτερη από αυτόν της αύξησης.

5.3.3 Ταχύτητα πτώσης μπαλονιών (Balloon Falling Speed)

Η παράμετρος της ταχύτητας πτώσης των μπαλονιών αφορά αποκλειστικά το δεύτερο παιχνίδι της εφαρμογής και καθορίζει την ταχύτητα με την οποία τα μπαλόνια κινούνται από το ανώτερο σημείο της οθόνης μέχρι το κατώτερο.

Η συγκεκριμένη μεταβλητή προέκυψε από μία σειρά πειραματισμών σε διαφορετικά υπολογιστικά συστήματα. Κατά τη διάρκεια αυτών των πειραματισμών παρατηρήθηκε ότι η ταχύτητα πτώσης των μπαλονιών διαφοροποιείται σημαντικά ανάλογα με τις επιδόσεις του συστήματος, και συγκεκριμένα με τον ρυθμό ανανέωσης των καρτέ (frame rendering). Σε συστήματα με γρήγορο ρυθμό ανανέωσης καρτέ, τα μπαλόνια έπεφταν με εξαιρετικά υψηλή ταχύτητα, ενώ σε συστήματα με αργό ρυθμό ανανέωσης καρτέ, η ταχύτητα πτώσης των μπαλονιών ήταν υπερβολικά χαμηλή. Επομένως, η παράμετρος αυτή ορίζει τον ρυθμό πτώσης των μπαλονιών για το δεύτερο minigame, εξασφαλίζοντας την ομαλή και συνεπή εμπειρία του χρήστη ανεξαρτήτως των επιδόσεων του συστήματος.

Επεξεργαστής	Balloon Falling Speed	Δευτερόλεπτα για να διασχίσει την οθόνη ένα μπαλόνι
Intel Core i5-7500	0.5	32.2
	1	24.7

	2	18.0
	3	22.3
AMD Ryzen 7 5700G	0.5	25.7
	1	16.5
	2	9.9
	3	6.1

Πίνακας 2 Σύγκριση χρόνων σε διαφορετικές τιμές ρυθμίσεων σε διαφορετικά υπολογιστικά συστήματα

5.3.4 Εμφάνιση σημείων στα κομβικά σημεία του χρήστη (Show Points in Landmark)

Σε αυτό το στάδιο της εφαρμογής, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ενεργοποιεί την οπτικοποίηση των σημείων που ανιχνεύονται από το μοντέλο Mediaripe σε πραγματικό χρόνο. Αυτά τα σημεία αντιπροσωπεύουν τις βασικές αρθρώσεις και περιοχές του σώματος του χρήστη, όπως τα χέρια, το πρόσωπο, το σώμα και τα πόδια. Η συγκεκριμένη λειτουργία παρέχεται κυρίως για ερευνητικούς και πειραματικούς σκοπούς, διευκολύνοντας την κατανόηση της ακρίβειας και της λειτουργικότητας του συστήματος αναγνώρισης.

Παρά την ύπαρξη αυτής της δυνατότητας, η εφαρμογή έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να προσφέρει επαρκή καθοδήγηση στον χρήστη χωρίς την ανάγκη εμφάνισης αυτών των σημείων. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω βοηθητικών οπτικών στοιχείων, όπως κύκλοι που αλλάζουν χρώμα και εικόνες, τα οποία κατευθύνουν τον χρήστη με ακρίβεια σχετικά με τη σωστή τοποθέτηση των σημείων του σώματός του, προκειμένου να ολοκληρώσει επιτυχώς το εκάστοτε minigame.

5.3.5 Μέγιστος επιτρεπόμενος χρόνος απουσίας χρήστη σε δευτερόλεπτα (Seconds of Inactivity Allowed Until Reset)

Στο κεφάλαιο [4.2.6 Επίλυση τυχαίων σφαλμάτων κατά την αναγνώριση μιας φιγούρας σε πραγματικό χρόνο](#), παρουσιάστηκε μια λεπτομερής ανάλυση σχετικά με την πιθανότητα εγκατάλειψης της προωθητικής ενέργειας από τον χρήστη πριν ολοκληρώσει την απαιτούμενη διαδικασία (συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής του barcode) και την εκ νέου έναρξη των παιχνιδιών. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή είναι σχεδιασμένη να εντοπίζει την παρουσία μιας ανθρώπινης φιγούρας εντός ενός προκαθορισμένου χρονικού διαστήματος. Σε περίπτωση που δεν ανιχνευτεί παρουσία εντός αυτού του διαστήματος, η εφαρμογή υποθέτει ότι ο χρήστης έχει εγκαταλείψει το παιχνίδι, και συνεπώς προχωρά στην επαναφορά του στην αρχική του κατάσταση.

Ο χρόνος που η εφαρμογή παραμένει σε κατάσταση παύσης ορίζεται μέσω της παρούσας ρύθμισης και έχει σημαντική επίδραση στην εμπειρία του χρήστη. Εάν οριστεί υπερβολικά μεγάλος χρόνος αδράνειας, μπορεί να οδηγήσει σε απογοήτευση για τους χρήστες που περιμένουν την επαναφορά του παιχνιδιού, με αποτέλεσμα την πιθανή εγκατάλειψή τους. Αντίθετα, αν ο χρόνος αδράνειας είναι πολύ μικρός, υπάρχει ο κίνδυνος ένας χρήστης να

απομακρυνθεί προσωρινά από το πεδίο ανίχνευσης και, προτού αντιληφθεί την απώλεια της παρουσίας του, να χάσει την πρόοδο που έχει επιτύχει μέχρι εκείνη τη στιγμή.

Η ρύθμιση αυτή, επομένως, απαιτεί προσεκτική επιλογή για να διασφαλιστεί η ισορροπία μεταξύ της αναμονής για επανεκκίνηση και της διατήρησης της συνέχειας και της ροής του παιχνιδιού, ώστε να βελτιωθεί η συνολική εμπειρία του χρήστη.

5.3.6 Χρόνος μέχρι την επαναφορά του παιχνιδιού μετά την εμφάνιση του Barcode (Seconds Until Reset After Showing Barcode)

Σε αυτή την ενότητα, παρέχεται στον χρήστη η δυνατότητα να ρυθμίσει το χρονικό διάστημα που θα έχει στη διάθεσή του ο παίκτης για να σαρώσει το barcode της προσφοράς πριν το παιχνίδι επανέλθει στην αρχική του κατάσταση. Η προεπιλεγμένη τιμή για το χρονικό αυτό διάστημα έχει οριστεί στα 60 δευτερόλεπτα. Αυτή η διάρκεια επιλέχθηκε προσεκτικά ώστε να επιτευχθεί μια ισορροπία ανάμεσα στην επάρκεια του χρόνου για τον παίκτη να ολοκληρώσει τη σάρωση και στη γρήγορη επαναφορά του παιχνιδιού για να επιτρέψει στους επόμενους περαστικούς να συμμετάσχουν χωρίς υπερβολική αναμονή.

Η καθορισμένη διάρκεια των 60 δευτερολέπτων αποσκοπεί να διασφαλίσει ότι ο παίκτης θα έχει αρκετό χρόνο για να σαρώσει το barcode, ενώ ταυτόχρονα αποφεύγεται η παρατεταμένη εμφάνιση του barcode, η οποία θα μπορούσε να προκαλέσει καθυστερήσεις και να αποθαρρύνει άλλους ενδιαφερόμενους από το να συμμετάσχουν στο παιχνίδι. Η ρύθμιση αυτή επιτρέπει επίσης την προσαρμογή του χρόνου επαναφοράς ανάλογα με τις ανάγκες και τις απαιτήσεις της εκάστοτε προωθητικής ενέργειας, διασφαλίζοντας την ομαλή και αποδοτική ροή του παιχνιδιού.

5.3.7 Ρυθμός ανανέωσης στην αναγνώριση προσώπου σε κλάσματα δευτερολέπτου (Milliseconds Unit Refresh in Face Detection Page)

Η σελίδα με τα στατιστικά του συστήματος λειτουργεί σε πραγματικό χρόνο, παρέχοντας στον διαχειριστή τη δυνατότητα να παρακολουθεί την απόδοση του παιχνιδιού μέσω μιας δεύτερης οθόνης, ενώ η κύρια οθόνη προβάλλει το παιχνίδι στους χρήστες. Αυτή η διάταξη επιτρέπει στον διαχειριστή να έχει άμεση πρόσβαση σε σημαντικά στατιστικά στοιχεία που προκύπτουν από την αλληλεπίδραση των χρηστών με το παιχνίδι.

Μια ρύθμιση σε αυτό το πλαίσιο είναι το χρονικό διάστημα μεταξύ των ανανεώσεων της σελίδας με τα στατιστικά. Ο διαχειριστής έχει τη δυνατότητα να ορίσει το χρονικό διάστημα, σε κλάσματα του δευτερολέπτου, ανάμεσα σε κάθε ανανέωση της σελίδας. Η προεπιλεγμένη τιμή είναι ορισμένη στα 5 δευτερόλεπτα, ένα διάστημα που θεωρείται επαρκές για την παροχή ενημερωμένων δεδομένων σε πραγματικό χρόνο χωρίς υπερβολικό φόρτο στο σύστημα.

Η αλλαγή αυτού του χρονικού διαστήματος δεν συστήνεται, εκτός εάν ο διαχειριστής διαθέτει εξειδικευμένες γνώσεις σχετικά με τη λειτουργία του συστήματος και τις επιπτώσεις που μπορεί να έχει η αλλαγή στη συνολική απόδοση. Μια πολύ συχνή ανανέωση μπορεί να επιβαρύνει το σύστημα, ενώ μια αραιή ανανέωση μπορεί να καθυστερεί την παροχή των απαραίτητων πληροφοριών στον διαχειριστή.

5.3.8 Η ιστοσελίδα που θα οδηγηθεί ο χρήστης μέσω του Barcode (Base Site for User Redirection)

Αυτή η ρύθμιση επιτρέπει στον διαχειριστή να καθορίσει την ιστοσελίδα στην οποία θα κατευθυνθεί ο χρήστης αφού σαρώσει το barcode στο τέλος της προωθητικής ενέργειας. Συγκεκριμένα, ο διαχειριστής εισάγει τη διεύθυνση URL του ιστότοπου που επιθυμεί να προωθηθεί, διασφαλίζοντας ότι οι χρήστες θα οδηγηθούν στο σωστό προορισμό μετά την ολοκλήρωση της αλληλεπίδρασής τους με την εφαρμογή.

5.3.9 Κουμπί φόρτωσης προεπιλογών (Load Defaults Button)

Η παρούσα ρύθμιση παρέχει στον χρήστη τη δυνατότητα να επαναφέρει όλες τις παραμετροποιήσεις στις προεπιλεγμένες τιμές τους. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του κουμπιού "Load Defaults", το οποίο βρίσκεται στο τέλος της σελίδας ρυθμίσεων. Αυτή η λειτουργία είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν ο χρήστης επιθυμεί να αναιρέσει τυχόν αλλαγές που έχει πραγματοποιήσει και να επιστρέψει στις αρχικές παραμέτρους που έχουν καθοριστεί από το σύστημα. Η δυνατότητα αυτή εξασφαλίζει ότι ο χρήστης μπορεί εύκολα να αποκαταστήσει τις αρχικές ρυθμίσεις εάν το κρίνει απαραίτητο.

5.3.10 Κουμπί Έναρξης Προωθητικής Ενέργειας (Go to Camera Capture Button)

Αφού ο χρήστης ολοκληρώσει την εισαγωγή και τη διαμόρφωση των επιθυμητών ρυθμίσεων, η έναρξη της προωθητικής ενέργειας γίνεται απλή μέσω του κουμπιού "Go to Camera Capture". Πατώντας αυτό το κουμπί, ο χρήστης ξεκινάει το παιχνίδι για τους παίκτες.

6. Το Σύστημα σε Λειτουργία

Στο παρόν κεφάλαιο εξετάζεται λεπτομερώς τη λειτουργικότητα της εφαρμογής και η ικανότητά της να συλλέγει στατιστικά στοιχεία που σχετίζονται με τη χρήση και την αλληλεπίδραση των χρηστών. Η ανάλυση περιλαμβάνει την παρουσίαση και περιγραφή όλων των σελίδων της εφαρμογής, εστιάζοντας τόσο σε εκείνες που επιτρέπουν στους χρήστες να ρυθμίζουν τις παραμέτρους της εμπειρίας τους όσο και στις διάφορες φάσεις των παιχνιδιών. Μέσα από αυτή τη διερεύνηση, αποκαλύπτεται η ευχρηστία και η δυναμική των λειτουργιών της εφαρμογής.

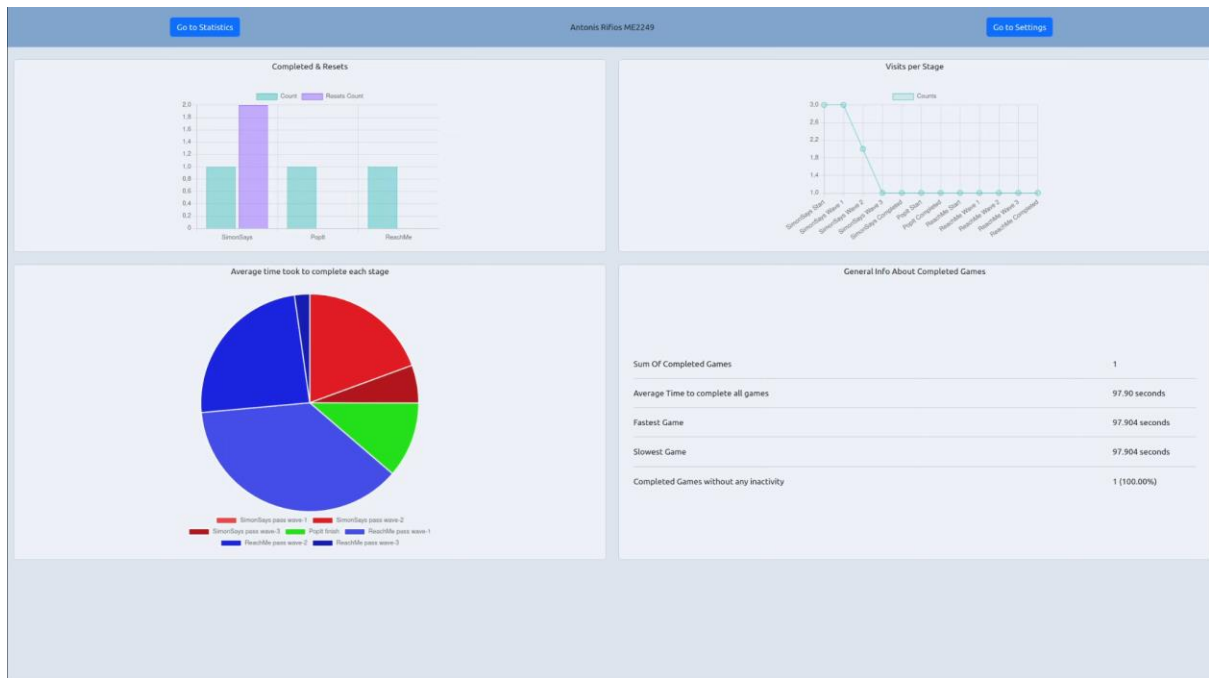
6.1 Συλλογή Στατιστικών

Στη διαδικασία ανάπτυξης της εφαρμογής αξιοποιήθηκαν προκατασκευασμένα μοντέλα, γεγονός που επέτρεψε την αποφυγή της χρονοβόρας διαδικασίας εύρεσης και αξιοποίησης εξωτερικών δεδομένων για την εκπαίδευση ή τη βελτιστοποίηση των λειτουργιών της. Αντί να αντλείται πληροφορία από εξωτερικές πηγές, η εφαρμογή έχει σχεδιαστεί με τρόπο που της επιτρέπει να συλλέγει αυτόνομα δεδομένα κατά τη χρήση της από τους τελικούς χρήστες. Η συλλογή αυτών των δεδομένων πραγματοποιείται σε πραγματικό χρόνο κατά την αλληλεπίδραση των χρηστών με την εφαρμογή και περιλαμβάνει ποικίλες μετρήσεις και στατιστικά που αφορούν τις επιδόσεις, τις επιλογές και τις προτιμήσεις των χρηστών. Στη συνέχεια, αυτά τα δεδομένα επεξεργάζονται και παρουσιάζονται στον χρήστη μέσω μιας ειδικά διαμορφωμένης σελίδας, η οποία φέρει τον τίτλο "statistics".

6.1.1 Παρουσίαση σελίδας statistics

Η σελίδα statistics παρέχει στους χρήστες τη δυνατότητα να αναλύουν τα δικά τους στατιστικά στοιχεία και να παρακολουθούν την πρόοδό τους με την πάροδο του χρόνου, προάγοντας έτσι μια πιο ενημερωμένη και στοχευμένη εμπειρία χρήσης.

Η σελίδα στατιστικών παρέχει στον χρήστη μια ολοκληρωμένη επισκόπηση διαφόρων δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας την παρακολούθηση και ανάλυση των επιδόσεων και συμπεριφορών των παικτών. Αυτά τα στατιστικά στοιχεία είναι ζωτικής σημασίας για τη βελτιστοποίηση της εμπειρίας του χρήστη και τη βελτίωση της συνολικής ποιότητας των παρεχόμενων παιχνιδιών. Ακολουθεί μια λεπτομερής περιγραφή των κύριων γραφημάτων και των πληροφοριών που παρουσιάζονται στην οθόνη αυτή.



Εικόνα 24 Στιγμιότυπο από την σελίδα statistics

Το πρώτο γράφημα (Ολοκληρώσεις και Επαναφορές - Completed & Resets) παρουσιάζει τον αριθμό των χρηστών που ολοκλήρωσαν το παιχνίδι και εκείνων που το εγκατέλειψαν πριν από την ολοκλήρωσή του, ανά παιχνίδι. Αυτό το στατιστικό είναι καθοριστικής σημασίας για την κατανόηση της απόδοσης και της ελκυστικότητας κάθε παιχνιδιού. Η αναλογία ολοκληρώσεων προς εγκαταλείψεις μπορεί να υποδείξει πιθανά προβλήματα στην δομή ή στη ροή του παιχνιδιού, καθώς και να αναδείξει ευκαιρίες για βελτίωση. Για παράδειγμα, εάν ένα συγκεκριμένο παιχνίδι έχει υψηλό ποσοστό εγκαταλείψεων, μπορεί να εξεταστεί η μείωση της διάρκειας κάθε κύκλου του παιχνιδιού, ώστε να ενισχυθεί ο ρυθμός του και να διατηρηθεί το ενδιαφέρον των παικτών.

Το δεύτερο γράφημα (Επισκέψεις ανά Στάδιο - Visits per Stage) απεικονίζει τον αριθμό των παικτών που έφτασαν σε κάθε συγκεκριμένο στάδιο του παιχνιδιού. Μέσω αυτής της ανάλυσης, ο χρήστης μπορεί να προσδιορίσει με ακρίβεια τα σημεία όπου οι περισσότεροι παίκτες αντιμετωπίζουν δυσκολίες ή εγκαταλείπουν το παιχνίδι. Αυτό το στατιστικό παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για τη δομή των σταδίων, επιτρέποντας την αναγνώριση των σημείων όπου η ροή του παιχνιδιού μπορεί να χρειάζεται βελτίωση, είτε μέσω της απλοποίησης των προκλήσεων είτε μέσω της βελτίωσης των οδηγιών που δίνονται στους παίκτες.

Το τρίτο γράφημα (Μέσος Χρόνος Ολοκλήρωσης κάθε Σταδίου - Average time to complete each stage) είναι ένα διάγραμμα πίτας που αναπαριστά το ποσοστό του συνολικού χρόνου που δαπανάται σε κάθε στάδιο του παιχνιδιού. Κάθε τμήμα της πίτας αντιπροσωπεύει τον μέσο χρόνο που απαιτείται για την ολοκλήρωση ενός συγκεκριμένου σταδίου σε σχέση με τον συνολικό χρόνο ολοκλήρωσης όλων των σταδίων. Αυτό το γράφημα επιτρέπει στον χρήστη να εντοπίσει τα στάδια που ενδέχεται να απαιτούν δυσανάλογα μεγάλο χρονικό διάστημα για την ολοκλήρωσή τους, υποδεικνύοντας ενδεχόμενη ανάγκη για

προσαρμογές στη διάρκεια ή στη δυσκολία αυτών των σταδίων, με σκοπό τη βελτίωση της συνολικής εμπειρίας των παικτών.

Το τελευταίο τμήμα της σελίδας στατιστικών (Γενικές Πληροφορίες σχετικά με τα Ολοκληρωμένα Παιχνίδια - General Info About Completed Games) είναι αφιερωμένο στην παροχή συνοπτικών πληροφοριών σχετικά με τα ολοκληρωμένα παιχνίδια. Αυτό το πλαίσιο συγκεντρώνει και παρουσιάζει πέντε βασικούς δείκτες απόδοσης που παρέχουν μια συνολική εικόνα της επίδοσης των παικτών και της αξιοπιστίας του συστήματος. Οι συγκεκριμένοι δείκτες είναι οι εξής:

- **Συνολικός Αριθμός Ολοκληρωμένων Παιχνιδιών (Sum of Completed Games):** Ο δείκτης αυτός παρουσιάζει τον συνολικό αριθμό των παιχνιδιών που ολοκληρώθηκαν επιτυχώς από τους παίκτες. Αποτελεί έναν βασικό δείκτη της χρήσης του συστήματος και της συμμετοχής των παικτών.
- **Μέσος Χρόνος Ολοκλήρωσης Παιχνιδιών (Average Time to Complete All Games):** Ο δείκτης αυτός παρουσιάζει τον μέσο χρόνο που απαιτείται για την ολοκλήρωση όλων των παιχνιδιών, εκφρασμένο σε δευτερόλεπτα. Αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο για την αξιολόγηση της συνολικής διάρκειας των παιχνιδιών και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτιστοποίηση της ροής τους.
- **Χρόνος του Πιο Γρήγορου Παιχνιδιού (Fastest Game):** Αυτός ο δείκτης καταγράφει τον χρόνο σε δευτερόλεπτα που απαιτήθηκε για την ολοκλήρωση του ταχύτερου παιχνιδιού. Η πληροφορία αυτή μπορεί να προσφέρει ενδείξεις για το επίπεδο δεξιοτήτων των παικτών, καθώς και για την αποτελεσματικότητα των παιχνιδιών στη διατήρηση της προσοχής και της ταχύτητας ανταπόκρισης.
- **Χρόνος του Πιο Αργού Παιχνιδιού (Slowest Game):** Ο δείκτης αυτός καταγράφει τον χρόνο σε δευτερόλεπτα που απαιτήθηκε για την ολοκλήρωση του πιο αργού παιχνιδιού. Παρέχει μια εικόνα των μεγαλύτερων προκλήσεων που αντιμετωπίζουν οι παίκτες, καθώς και των πιθανών σημείων στα οποία ενδέχεται να χρειαστεί βελτιστοποίηση ή υποστήριξη.
- **Αριθμός Ολοκληρωμένων Παιχνιδιών χωρίς Αποσύνδεση (Completed Games without Any Inactivity):** Αυτός ο δείκτης παρουσιάζει τον αριθμό των παιχνιδιών που ολοκληρώθηκαν χωρίς καμία διακοπή λόγω μη ανίχνευσης του σώματος του παίκτη, δηλαδή χωρίς αποσύνδεση. Παράλληλα, παρουσιάζεται και το ποσοστό αυτών των παιχνιδιών σε σχέση με το σύνολο των ολοκληρωμένων παιχνιδιών. Ο συγκεκριμένος δείκτης είναι κρίσιμος για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας του συστήματος στην ανίχνευση και παρακολούθηση της δραστηριότητας των παικτών.

Η ανάλυση αυτών των συγκεντρωτικών δεδομένων επιτρέπει την κατανόηση της συνολικής εμπειρίας χρήστη, της απόδοσης του συστήματος, και της ανάγκης για περαιτέρω βελτιώσεις τόσο στη δομή των παιχνιδιών όσο και στην τεχνολογική υποδομή που υποστηρίζει την εκτέλεσή τους.

6.2 Εισαγωγή ρυθμίσεων

Όπως αναλύθηκε εκτενώς και στο κεφάλαιο 5.3 Εύρεση αναγκαίων ρυθμίσεων για την ομαλή λειτουργία της εφαρμογής σε ποικίλα υπολογιστικά συστήματα 5.3 Εύρεση αναγκαίων ρυθμίσεων για την ομαλή λειτουργία της εφαρμογής σε ποικίλα υπολογιστικά συστήματα, ο διαχειριστής θα πρέπει να εισάγει κάποιες ρυθμίσεις παραμετροποίησης των παιχνιδιών. Η εισαγωγή των ρυθμίσεων αυτών γίνεται μέσω της κεντρικής σελίδας, η ανάλυση της οποίας γίνεται παρακάτω.

6.2.1 Παρουσίαση σελίδας εισαγωγής ρυθμίσεων

Στην σελίδα αυτή ο διαχειριστής εισάγει τις ρυθμίσεις που θα ακολουθηθούν στα παιχνίδια που θα παίξουν οι παίκτες, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 25. Η σελίδα υποχρεώνει τον χρήστη να βάλει τιμή σε κάθε πεδίο και κάνει διάφορους ελέγχους (για παράδειγμα η ακτίνα των βοηθητικών κύκλων (Circle Radius) μπορούν να είναι μόνο αριθμοί μεγαλύτεροι του μηδενός). Αν ο διαχειριστής προσπαθήσει να προχωρήσει και κάποιο πεδίο είναι λάθος, του εμφανίζεται ανάλογο μήνυμα και δεν του επιτρέπει να συνεχίσει.

Ο χρήστης έχει την επιλογή να πατήσει στο κουμπί “Load Defaults” που θα επαναφέρει τις ρυθμίσεις στις αρχικές ανεξαρτήτως των επιλογών του.

Go to Statistics Antonis Rifios ME2249 Go to Settings

Circle Radius
20

Reduce Circle Speed
0.2

Increase Circle Speed
0.15

Balloon Falling Speed
2.5

Show Points in Landmark

Seconds of Inactivity Allowed Until Reset
10

Seconds Until Reset After Showing Barcode
60

Milliseconds Until Refresh in Face Detection Page
100

Base Site for User Redirection
https://www.example.com

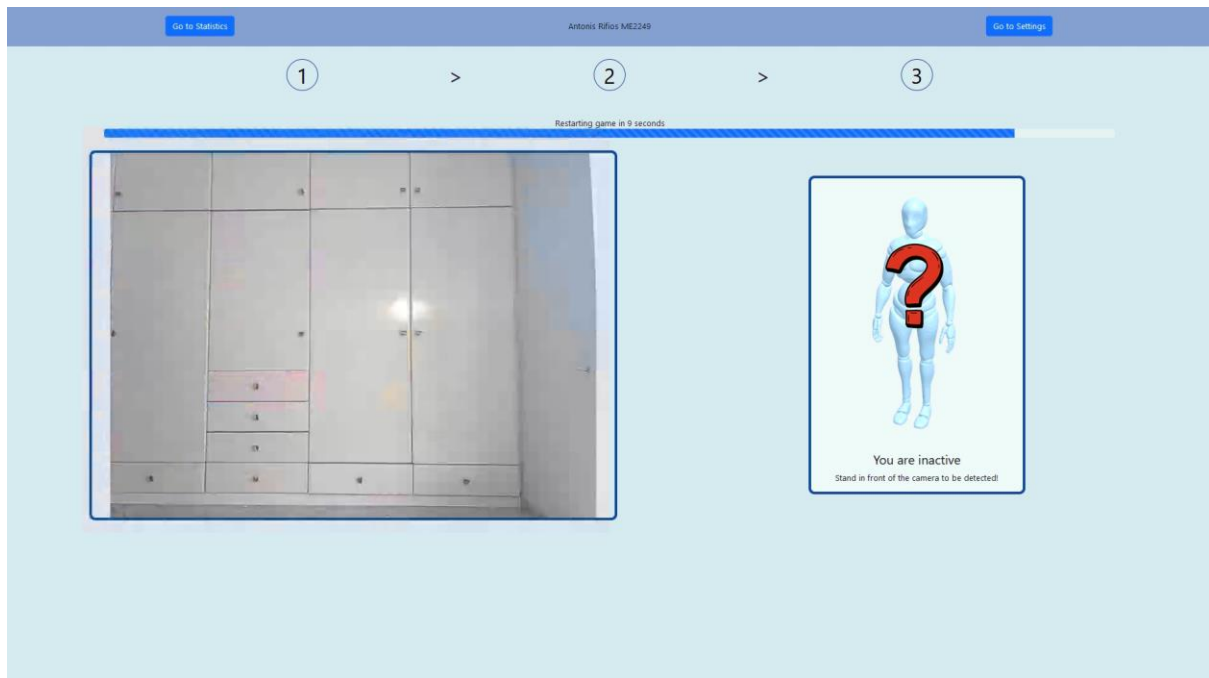
Load Defaults Go to Camera Capture

Εικόνα 25 Στιγμιότυπο οθόνης για την αρχική σελίδα

6.3 Παρουσίαση παιχνιδιών

6.3.1 Οθόνη αναζήτησης παίκτη

Στην Εικόνα 26 φαίνεται η εφαρμογή όταν δεν μπορεί να εντοπίσει κάποια φιγούρα. Γίνεται αντίστροφη μέτρηση των δευτερολέπτων που έχει ορίσει ο χρήστης (στο παράδειγμα της φωτογραφίας τα 10 δευτερόλεπτα) και αν μέσα σε αυτό το χρονικό διάστημα δεν έχει εντοπιστεί κάποια φιγούρα, γίνεται επαναφορά (reset) της εφαρμογής, δηλαδή η πρόοδος του ξαναξεκινάει από το 1ο minigame.



Εικόνα 26 Στιγμιότυπο οθόνης κατά την απουσία του χρήστη

6.3.2 Οθόνη 1ου minigame

Το πρώτο παιχνίδι της εφαρμογής ζητά από τον χρήστη να μιμηθεί τρεις συγκεκριμένες πόζες, καθεμία εκ των οποίων εκτελείται σε τρεις γύρους. Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, εμφανίζονται κόκκινοι κύκλοι στην οθόνη στα σημεία όπου ο χρήστης πρέπει να τοποθετήσει διάφορα μέρη του σώματός του, όπως τα χέρια ή τα πόδια του, σε συγκεκριμένα σημεία του σώματός του, όπως η μύτη, η μέση ή το γόνατο. Οι κόκκινοι κύκλοι λειτουργούν ως οπτικοί οδηγοί για την καθοδήγηση του χρήστη στην εκτέλεση της σωστής πόζας.

Όταν ο χρήστης τοποθετήσει το σωστό μέρος του σώματός του στο σωστό σημείο, ο αντίστοιχος κόκκινος κύκλος γίνεται πράσινος, επιβεβαιώνοντας την ορθότητα της κίνησης. Εάν όλοι οι κύκλοι στην οθόνη γίνουν πράσινοι, δηλαδή εάν ο χρήστης εκτελέσει σωστά την απαιτούμενη πόζα, τότε οι κύκλοι αρχίζουν να εξαφανίζονται σταδιακά ακολουθώντας τη φορά του ρολογιού. Αυτή η σταδιακή εξαφάνιση των κύκλων σηματοδοτεί την επιτυχή ολοκλήρωση του γύρου.

Μόλις οι κύκλοι εξαφανιστούν πλήρως, ο γύρος ολοκληρώνεται επιτυχώς και το παιχνίδι προχωράει στον επόμενο γύρο. Αν έχουν ολοκληρωθεί όλοι οι γύροι, τότε το παιχνίδι προχωράει στο επόμενο επίπεδο ή στο επόμενο παιχνίδι.

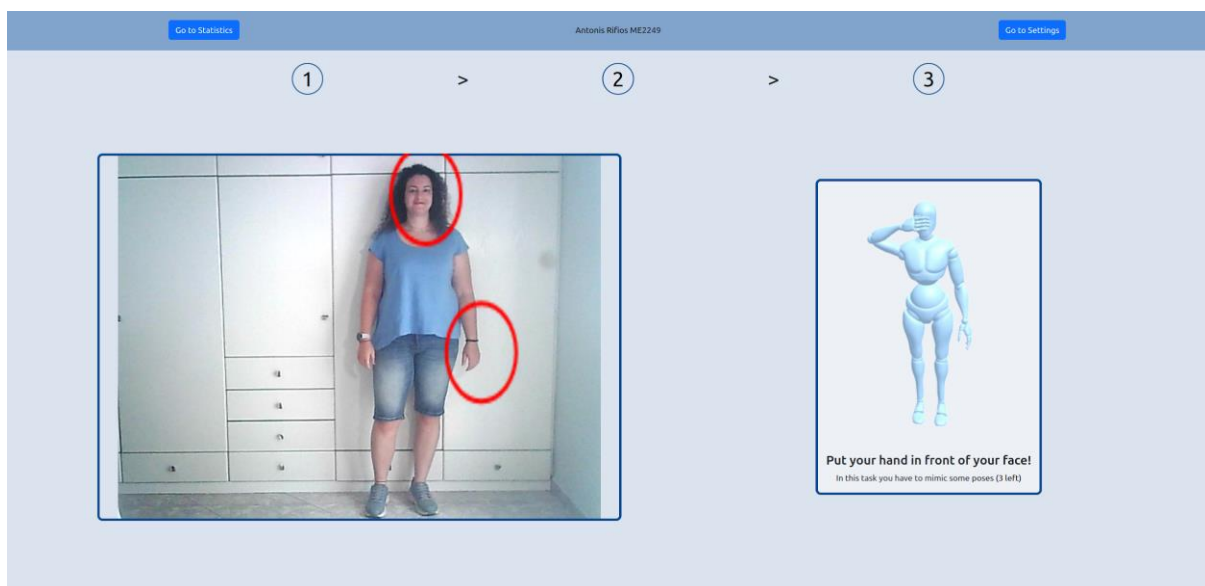
Επιπλέον, όπως έχει αναλυθεί στο κεφάλαιο [4.2.5 Περιγραφή Κάθε Παιχνιδιού \(Minigame\)](#), οι πόζες στο παιχνίδι είναι αντιστρέψιμες. Αυτό σημαίνει ότι, εάν το παιχνίδι ζητήσει από τον χρήστη να τοποθετήσει το αριστερό πόδι στο δεξί γόνατο, και ο χρήστης τοποθετήσει το δεξί πόδι στο αριστερό γόνατο, η πόζα θεωρείται σωστή και ο χρήστης πιστώνεται την επιτυχή ολοκλήρωση της κίνησης. Αυτή η δυνατότητα αντιστροφής διευκολύνει τον χρήστη στην επίτευξη του στόχου του παιχνιδιού και συμβάλλει στην ομαλή εξέλιξη του παιχνιδιού.

6.3.2.1 1ος γύρος

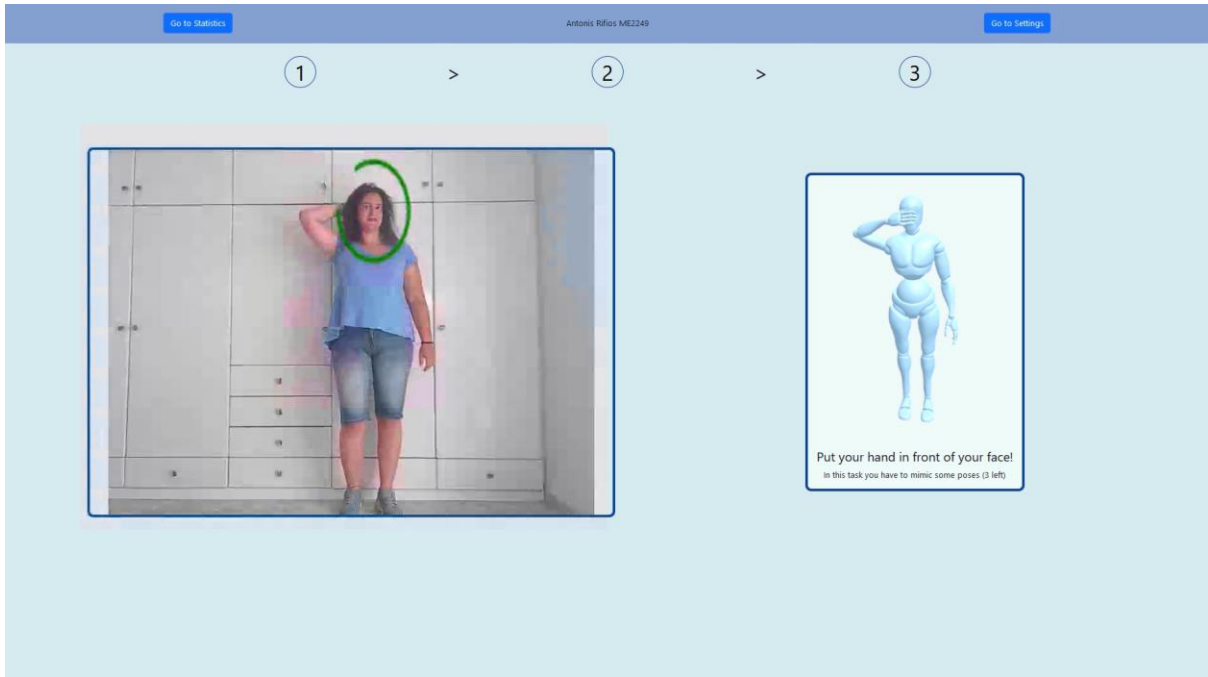
Στον γύρο αυτό η εφαρμογή ζητά από τον χρήστη να βάλει το χέρι του στο κέντρο του προσώπου του.

Όπως έχει αναλυθεί και στο κεφάλαιο 5.3.1 Διάμετρος βοηθητικού κύκλου (Circle Radius), το μέγεθος του βοηθητικού κύκλου που καθορίζεται από τις ρυθμίσεις καθορίζει το πόσο ελαστική είναι η πλατφόρμα στο αν έγινε η ζητούμενη κίνηση ή όχι. Στο σημείο αυτό η λειτουργία αυτή φαίνεται ξεκάθαρα. Για παράδειγμα στην Εικόνα 28 η παίκτρια έχει το χέρι της στο ίδιο σημείο με την Εικόνα 30, όμως στην εικόνα με υπερβολικά μικρή τιμή στην ρύθμιση “Circle Radius” η εφαρμογή δεν θεωρεί ότι τα χέρια της είναι στην σωστή στάση. Η διαφορά έγκειται στο μέγεθος του βοηθητικού κύκλου, όπου στην μία περίπτωση ο κύκλος είναι μικρός οπότε η εφαρμογή απαιτεί το χέρι να είναι πιο κοντά στην μύτη ενώ, στην άλλη περίπτωση και στο κεφάλι να είναι το χέρι το θεωρεί σωστό. Το μέγεθος του βοηθητικού κύκλου είναι στην κρίση του διαχειριστή και μπορεί να μεταβληθεί οποιαδήποτε στιγμή μέσα από την σελίδα των ρυθμίσεων.

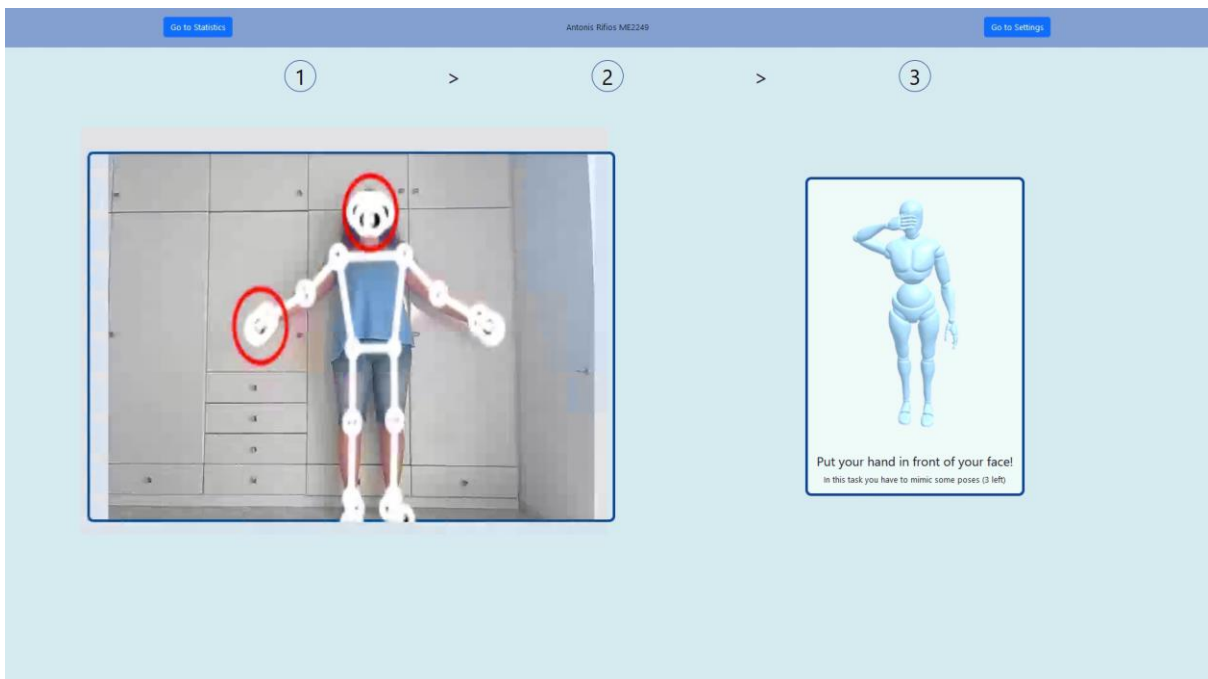
Ακόμα, φαίνεται η αντιστρεψιμότητα από τις Εικόνα 27 και Εικόνα 28 καθώς στην πρώτη εικόνα η πλατφόρμα υποδεικνύει το αριστερό της χέρι ενώ στην δεύτερη πιάνεται ως σωστή η πόζα όταν έχει σηκώσει το δεξί της χέρι.



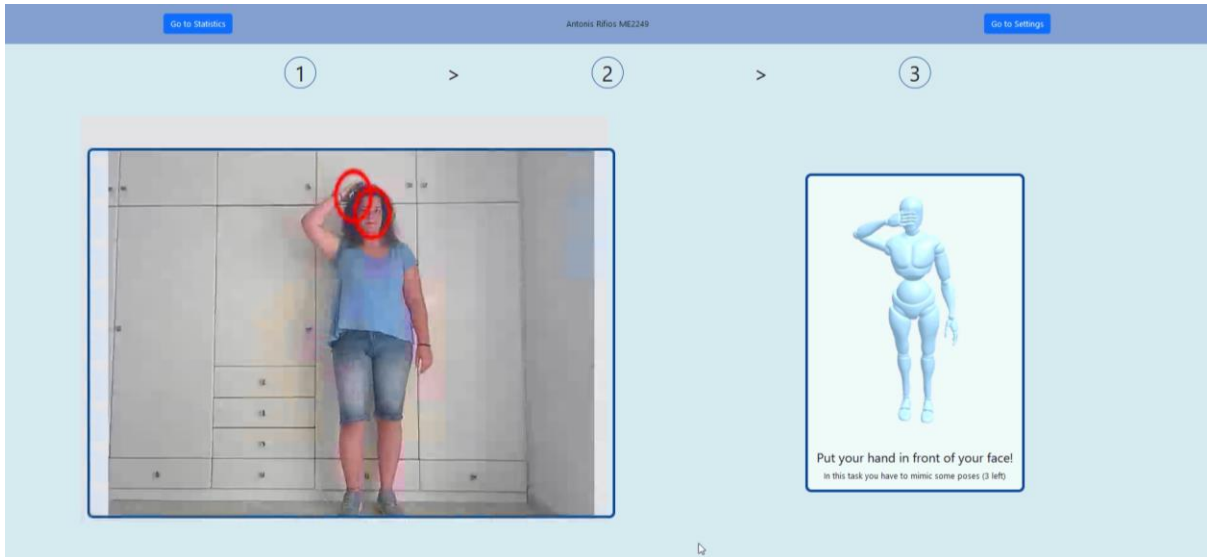
Εικόνα 27 Στιγμιότυπο οθόνης στο πρώτο παιχνίδι με το αριστερό χέρι της παίκτριας να έχει εντοπιστεί ως το πιο κοντινό στο κεφάλι της



Εικόνα 28 Στιγμιότυπο οθόνης στο πρώτο παιχνίδι με το δεξί χέρι της παίκτριας να έχει εντοπιστεί ως το πιο κοντινό στο κεφάλι της



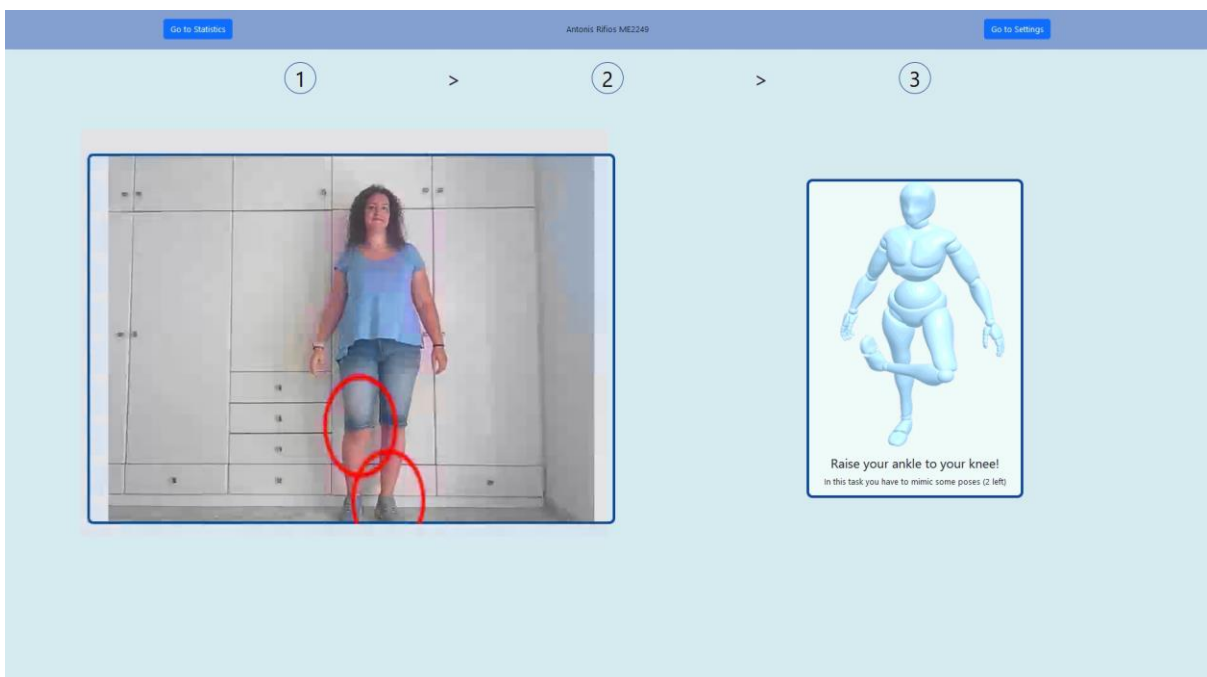
Εικόνα 29 Στιγμιότυπο οθόνης στο πρώτο παιχνίδι με την ρύθμιση "Show Points in Landmark" ενεργοποιημένη



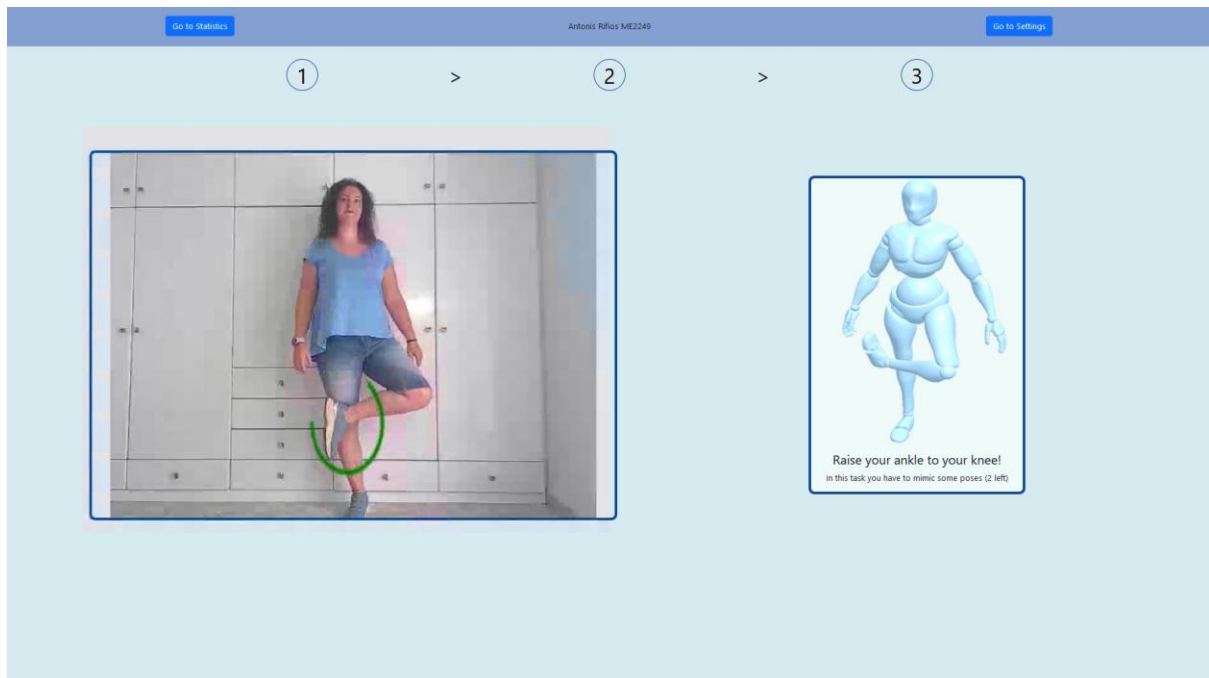
Εικόνα 30 Στιγμιότυπο οθόνης στον πρώτο γύρο του πρώτου παιχνιδιού με πολύ χαμηλή τιμή στην ρύθμιση "Circle Radius"

6.3.2.2 2ος γύρος

Στον γύρο αυτό ο παίκτης καλείται να βάλει το πόδι του στο γόνατό του όπως φαίνεται και στις [Εικόνα 31](#) και [Εικόνα 32](#).



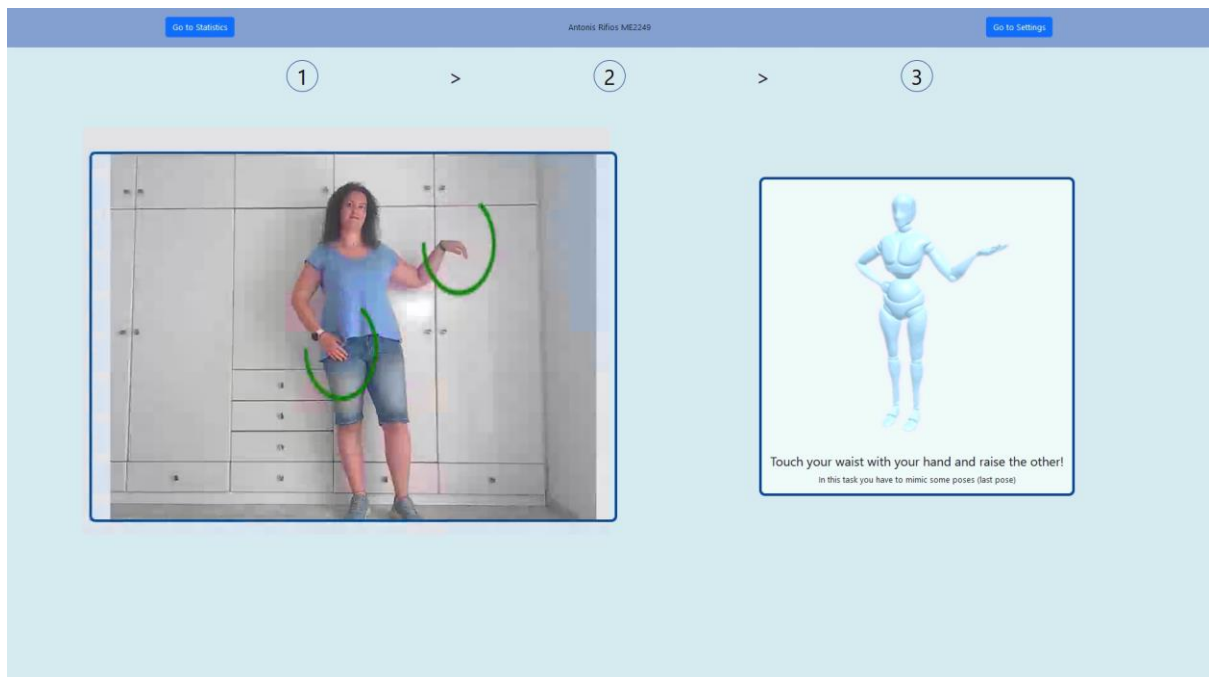
Εικόνα 31 Στιγμιότυπο οθόνης στον δεύτερο γύρο του πρώτου παιχνιδιού με την υπόδειξη της κίνησης στην παίκτρια



Εικόνα 32 Στιγμιότυπο οθόνης στον δεύτερο γύρο του πρώτου παιχνιδιού με την υπόδειξη της κίνησης στην παίκτρια

6.3.2.3 3ος γύρος

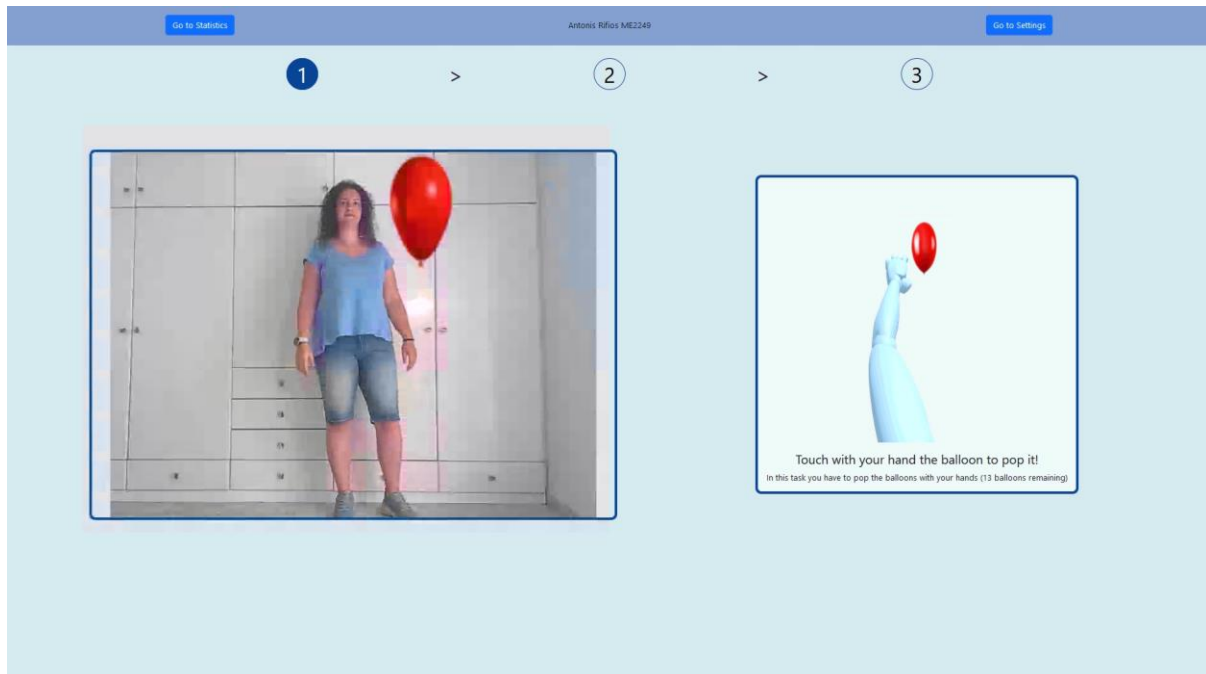
Στον γύρο αυτό ο παίκτης καλείται να βάλει το ένα του χέρι στην μέση και το άλλο να το σηκώσει στο ύψος του ώμου, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 33.



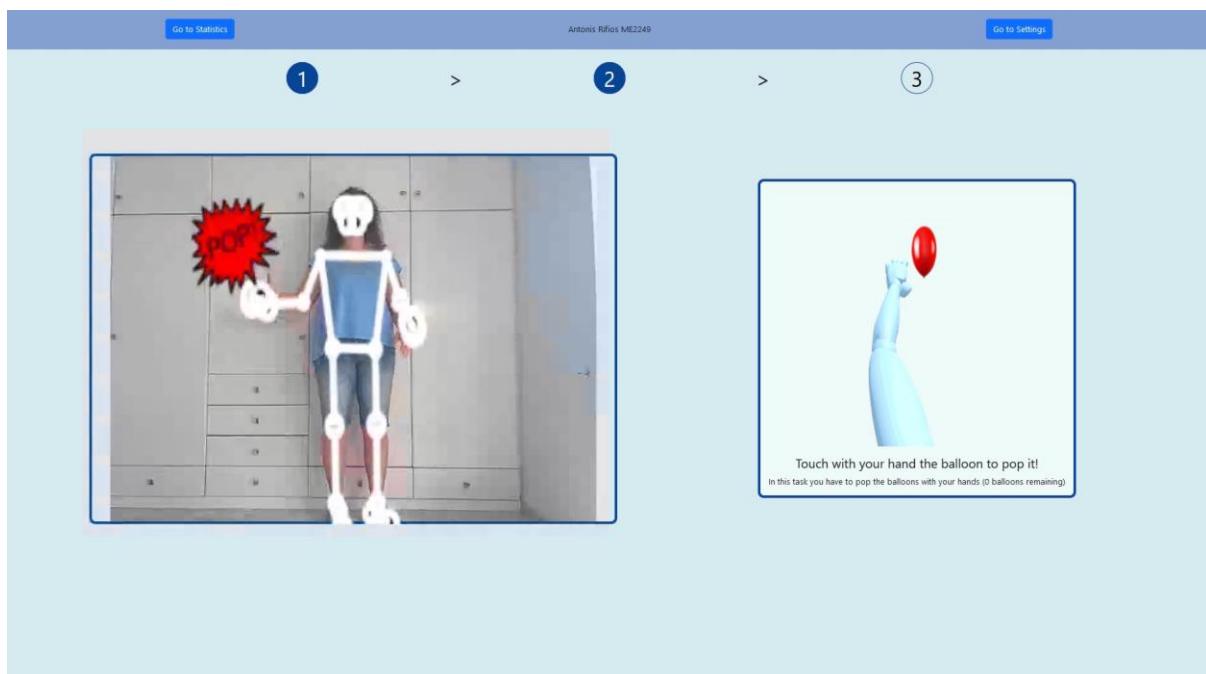
Εικόνα 33 Στιγμιότυπο οθόνης στον τρίτο γύρο του πρώτου παιχνιδιού με την παίκτρια να έχει την σωστή στάση

6.3.3 Οθόνη 2ου minigame

Στο δεύτερο παιχνίδι της εφαρμογής ο παίκτης καλείται να αγγίξει με τα χέρια διάφορα μπαλόνια που εμφανίζονται στον οθόνη ώστε να τα σπάσει. Όταν σπάσει 15 μπαλόνια το παιχνίδι ολοκληρώνεται.



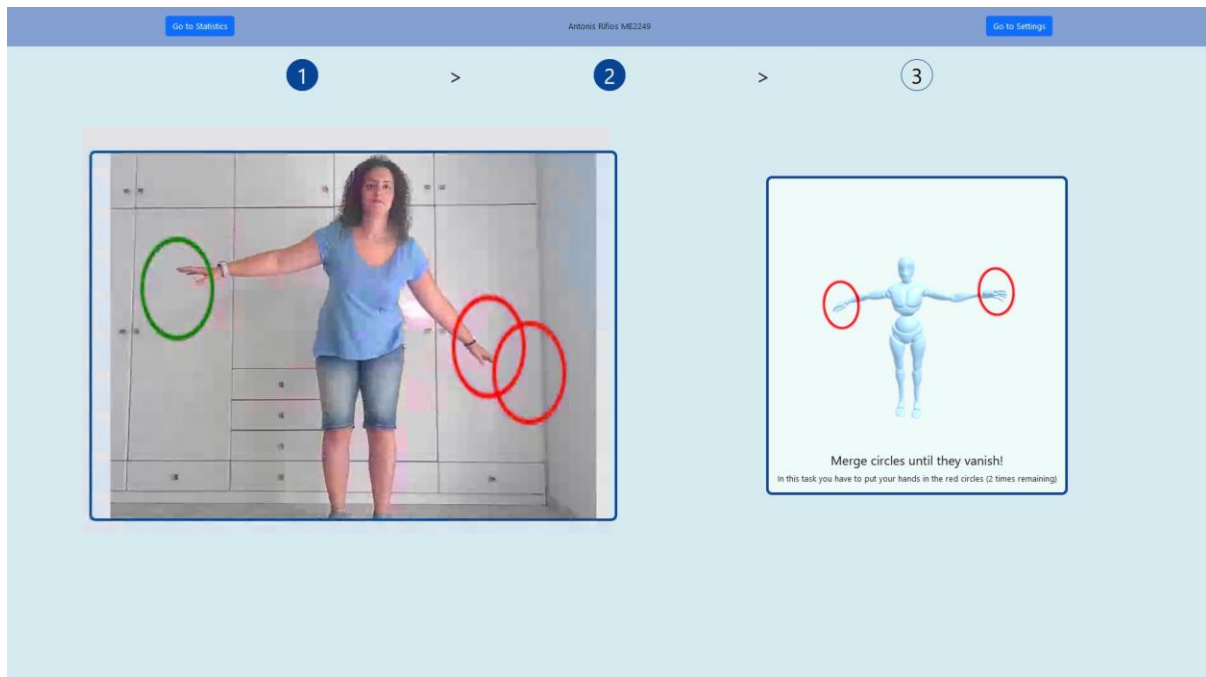
Εικόνα 34 Στιγμιότυπο οθόνης του δεύτερου παιχνιδιού



Εικόνα 35 Στιγμιότυπο οθόνης του δεύτερου παιχνιδιού με την ρύθμιση "Show Points in Landmark" ενεργοποιημένη κατά την στιγμή που ο χρήστης αλληλεπιδρά

6.3.4 Οθόνη 3ου minigame

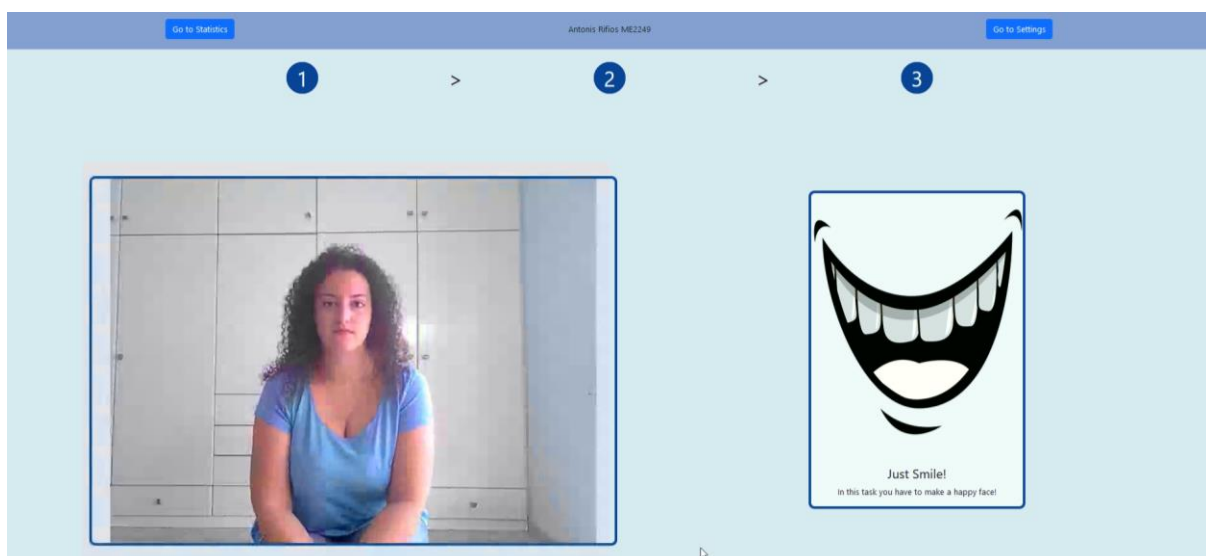
Στο τρίτο παιχνίδι (το τελευταίο που αναγνωρίζει την θέση του σώματος του παίκτη) ο παίκτης θα πρέπει να βάλει τα χέρια του σε συγκεκριμένα σημεία. Σε αντίθεση με το 1ο minigame, σε αυτό το minigame, οι κύκλοι που πρέπει να βάλει τα χέρια του ο παίκτης είναι σταθερά και δεν αλλάζουν θέση.



Εικόνα 36 Στιγμιότυπο οθόνης του τρίτου παιχνιδιού που δείχνει στην παίκτρια ποιο χέρι είναι στην σωστή θέση

6.3.5 Οθόνη 4ου minigame

Στο 4ο minigame αρκεί ο παίκτης να χαμογελάσει ώστε να προχωρήσει στην παραγωγή του barcode. Πρακτικά, για να ολοκληρωθεί το τέταρτο παιχνίδι, πρέπει το επικρατέστερο συναίσθημα του προσώπου του χρήστη να είναι 'happy'.



Εικόνα 37 Στιγμιότυπο οθόνης του τέταρτου παιχνιδιού

6.3.6 Οθόνη Barcode

Στην παρούσα σελίδα παρουσιάζεται ο γραμμωτός κώδικας (barcode) στον παίκτη. Ο γραμμωτός κώδικας ενσωματώνει τη διεύθυνση URL που έχει καθοριστεί από τον διαχειριστή στις ρυθμίσεις της εφαρμογής, συνοδευόμενη από τις παραμέτρους ?age= και ?gender=, οι οποίες αντιστοιχούν στην ηλικία και το φύλο του παίκτη, αντίστοιχα. Για παράδειγμα, στην Εικόνα 38, η ανακατεύθυνση του παίκτη πραγματοποιείται στη διεύθυνση <https://www.example.com/?age=22&gender=female>, όπου η ηλικία του παίκτη εκτιμάται στα 22 έτη και το φύλο προσδιορίζεται ως γυναικείο.



Εικόνα 38 Στιγμιότυπο οθόνης κατά την παραγωγή του barcode

7. Αποτελέσματα

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα από την ανάπτυξη και την χρήση της εφαρμογής από διάφορους παίκτες. Για την ανάπτυξη του κεφαλαίου αυτού αξιοποιήθηκαν οι πληροφορίες που παρέχονται από την σελίδα statistics που συλλέγει και παρουσιάζει συγκεντρωτικά όλα τα στατιστικά δεδομένα που κρατά η εφαρμογή.

7.1 Χρόνοι απόκρισης

Οι χρόνοι απόκρισης της εφαρμογής επηρεάζονται από την προφόρτιση των μοντέλων που εκτελούνται κατά την πρώτη φόρτωση της σελίδας. Η ταχύτητα φόρτωσης ενός μοντέλου εξαρτάται σημαντικά από το υπολογιστικό σύστημα που χρησιμοποιείται, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε διαφοροποιήσεις στους χρόνους απόκρισης μεταξύ διαφορετικών συστημάτων. Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι μέσοι χρόνοι απόκρισης κατά την πειραματική φάση της εφαρμογής σε διάφορα συστήματα.

Κατάσταση	Μέσος χρόνος
Έναρξη εφαρμογής από docker	369 δευτερόλεπτα
Φόρτωση home σελίδας την πρώτη φορά	70 ms
Επαναφόρτωση home σελίδας	57 ms
Φόρτωση σελίδας παιχνιδιών την πρώτη φορά	17 δευτερόλεπτα
Επαναφόρτωση σελίδας παιχνιδιών	4 δευτερόλεπτα
Φόρτωση σελίδας αναγνώρισης συναισθημάτων βάση προσώπου	2 δευτερόλεπτα
Φόρτωση για την εμφάνιση του barcode	648 ms
Φόρτωση σελίδας στατιστικών	94 ms
Φόρτωση για την ανανέωση των στατιστικών	29 ms

Πίνακας 3 Παρουσίαση μέσου χρόνου ολοκλήρωσης σε πολλαπλές καταστάσεις κατά την εκτέλεση της εφαρμογής

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω δεδομένα, η ταχύτητα φόρτωσης των σελίδων είναι ιδιαίτερα γρήγορη, γεγονός που αποτελεί ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της χρήσης του Next.js. Οι χρόνοι φόρτωσης μειώνονται σημαντικά μετά την πρώτη φόρτωση των σελίδων, υποδεικνύοντας την αποτελεσματική διαχείριση της προσωρινής μνήμης (caching).

7.2 Στατιστικά Χρήσης

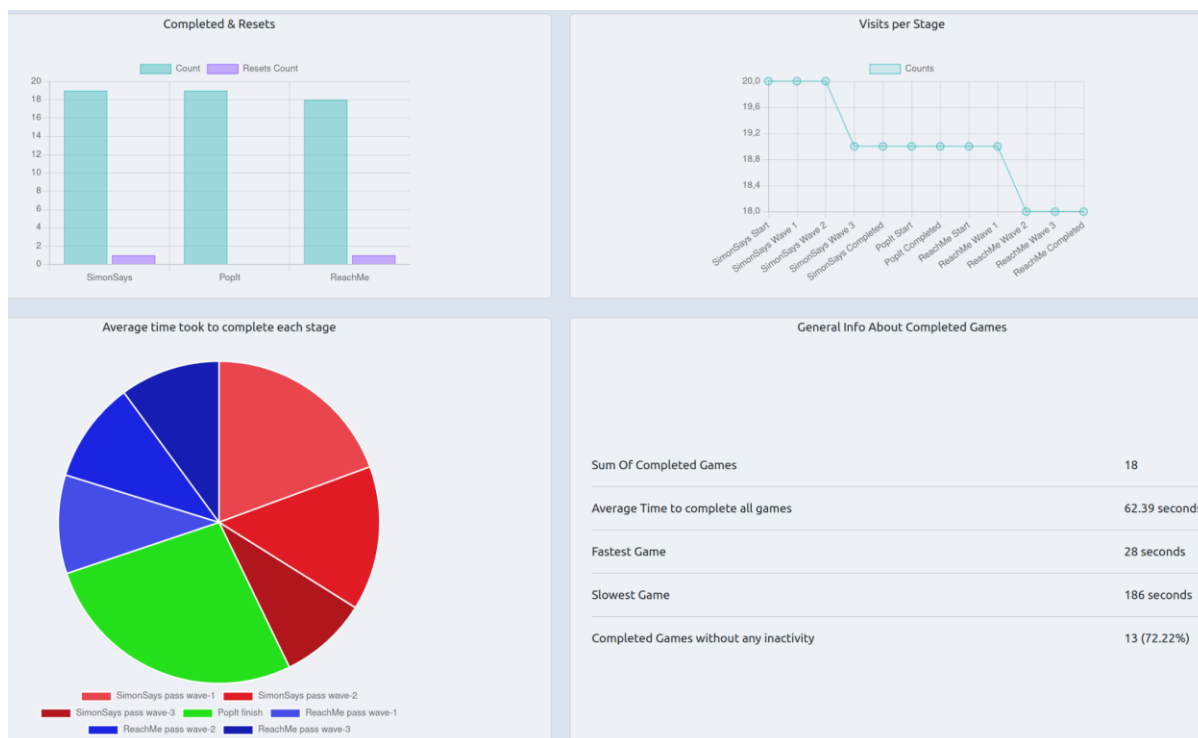
Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα στατιστικά στοιχεία που προέκυψαν από τη χρήση της εφαρμογής κατά την πειραματική φάση, κατά την οποία οι χρήστες αλληλεπίδρασαν με τις διαφορετικές λειτουργίες της και ολοκλήρωσαν τις διαθέσιμες δραστηριότητες. Τα δεδομένα αυτά περιλαμβάνουν τον αριθμό των χρηστών καθώς και τους χρόνους ολοκλήρωσης κάθε γύρου που συλλέγεται κατά τη διάρκεια των παιχνιδιών. Τα αποτελέσματα παρέχουν μια σαφή εικόνα της αλληλεπίδρασης των χρηστών με την εφαρμογή.

Η εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε από συνολικά 9 χρήστες κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου, με κάθε χρήστη να ολοκληρώνει κατά μέσο όρο δύο συνεδρίες. Σύμφωνα με τα δεδομένα της Εικόνα 39, η πλειονότητα των παικτών κατάφερε να ολοκληρώσει την προωθητική ενέργεια, καθώς από τα 20 παιχνίδια που ξεκίνησαν, τα 18 ολοκληρώθηκαν. Από τις δύο περιπτώσεις αποχώρησης, η μία σημειώθηκε στο πρώτο παιχνίδι μετά τον δεύτερο γύρο και η άλλη στο τρίτο παιχνίδι μετά τον πρώτο γύρο.

Συνεχίζοντας με την ανάλυση του χρόνου ολοκλήρωσης, παρατηρείται ότι το πρώτο παιχνίδι απαίτησε τον περισσότερο χρόνο (αντιπροσωπεύεται με κόκκινο χρώμα στην γραφική απεικόνιση της Εικόνα 39), ενώ το δεύτερο παιχνίδι (πράσινο χρώμα) και το τρίτο (μπλε χρώμα) απαιτούσαν λιγότερο χρόνο αντίστοιχα. Η ανάλυση των γύρων στο πρώτο παιχνίδι δείχνει ότι ο πρώτος γύρος διαρκεί αισθητά περισσότερο σε σχέση με τους υπόλοιπους, καθώς ο παίκτης εξοικειώνεται με τη διαδικασία, ενώ στους επόμενους γύρους η διάρκεια μειώνεται, καθώς ο παίκτης κατανοεί πλέον τις απαιτήσεις του παιχνιδιού. Αντίθετα, στο τρίτο παιχνίδι οι χρόνοι των γύρων είναι περισσότερο ισοδύναμοι, υποδεικνύοντας ότι οι παίκτες αποκτούν μια σταθερή ροή στον τρόπο αλληλεπίδρασης.

Ο μέσος χρόνος ολοκλήρωσης των τριών παιχνιδιών ήταν 62 δευτερόλεπτα, δηλαδή περίπου ένα λεπτό ανά παιχνίδι. Σημαντική είναι η διακύμανση των χρόνων ολοκλήρωσης, καθώς ο γρηγορότερος χρόνος που καταγράφηκε ήταν 28 δευτερόλεπτα, ενώ ο πιο αργός ξεπέρασε τα 3 λεπτά. Αυτή η διακύμανση μπορεί να αποδοθεί είτε στην εξοικείωση των παικτών με το περιβάλλον είτε σε ατομικές διαφορές ως προς την ταχύτητα αντίδρασής τους.

Τέλος, ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι η εφαρμογή κατόρθωσε να παρακολουθήσει αδιάλειπτα την αλληλεπίδραση του χρήστη σε 13 από τα 18 ολοκληρωμένα παιχνίδια, δηλαδή σε ποσοστό 72%. Αυτό υποδεικνύει την ανάγκη για παροχή χρόνου μέχρι ο χρήστης να επανεντοπιστεί. Σε περίπτωση που το σύστημα δεν παρείχε την λειτουργία παύσης για ένα χρονικό διάστημα, η εμπειρία των χρηστών θα ήταν πολύ αρνητική καθώς ένα σφάλμα θα ανάγκαζε τον χρήστη να ξεκινήσει από την αρχή. Κάτι τέτοιο, θα του δημιουργούσε μεγάλη δυσαρέσκεια και τα μείωνε την αξιοπιστία των στατιστικών, καθώς σκοπός της ανάλυσης των αποχωρήσεων είναι να βρεθούν τα σημεία που οι χρήστες εγκαταλείπουν το παιχνίδι και όχι πότε μπορεί να προέκυψαν τυχαία σφάλματα.



Εικόνα 39 Στιγμιότυπο οθόνης από την σελίδα statistics μετά την πειραματική χρήση της πλατφόρμας από τους χρήστες

7.2.1 Ανάλυση των Στατιστικών Αποτελεσμάτων

7.2.1.1 Αριθμός Χρηστών και Συνεδρίες

Ο μικρός αριθμός χρηστών (9 άτομα) παρέχει ένα περιορισμένο δείγμα, ωστόσο επαρκεί για μια πειραματική φάση.

7.2.1.2 Ποσοστό Ολοκλήρωσης Παιχνιδιών

Το ποσοστό ολοκλήρωσης των παιχνιδιών (90%) υποδεικνύει ότι η πλειοψηφία των παικτών βρήκε τη διαδικασία προσιτή και ολοκλήρωσε τα παιχνίδια με επιτυχία. Οι δύο περιπτώσεις αποχώρησης ενδεχομένως να συνδέονται με τεχνικές δυσκολίες ή απογοήτευση των παικτών σε κάποιο στάδιο του παιχνιδιού.

7.2.1.3 Χρόνος Ολοκλήρωσης Παιχνιδιών

Η διάρκεια των γύρων στο πρώτο παιχνίδι αντικατοπτρίζει τη διαδικασία εκμάθησης του παιχνιδιού, καθώς οι παίκτες αφιερώνουν περισσότερο χρόνο στον πρώτο γύρο, ενώ εξοικειώνονται στη συνέχεια. Η σχετική ομοιομορφία των χρόνων στο τρίτο παιχνίδι υποδεικνύει ότι οι χρήστες έχουν πλέον κατανοήσει τη δομή και τη στρατηγική, οδηγώντας σε σταθερή απόδοση.

7.2.1.4 Μέσος Χρόνος Ολοκλήρωσης

Ο μέσος χρόνος των 62 δευτερολέπτων είναι σχετικά σύντομος και δείχνει ότι η εφαρμογή προσφέρει ένα γρήγορο και ευχάριστο περιβάλλον αλληλεπίδρασης. Η διαφοροποίηση μεταξύ των χρόνων (από 28 δευτερόλεπτα έως πάνω από 3 λεπτά) ενδέχεται να υποδηλώνει διαφορές στα επίπεδα δεξιοτήτων των χρηστών.

7.2.1.5 Ακρίβεια Παρακολούθησης Χρήστη

Το γεγονός ότι η εφαρμογή παρακολούθησε συνεχώς το 72% των παιχνιδιών δείχνει ότι υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης στην τεχνολογία παρακολούθησης. Ωστόσο, η συνολική επίδοση κρίνεται θετική, καθώς οι περισσότερες συνεδρίες παρακολουθήθηκαν με συνέπεια.

Η συλλογή στατιστικών δεδομένων παρείχε πολύτιμες πληροφορίες για τη συμπεριφορά των χρηστών και την απόδοση της εφαρμογής. Τα δεδομένα αυτά θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν μελλοντικά για τη βελτίωση της εφαρμογής, με σκοπό την ενίσχυση της εμπειρίας των χρηστών.

7.3 Ανατροφοδότηση από τους χρήστες

Η συλλογή ανατροφοδότησης από τους χρήστες αποτελεί σημαντικό βήμα για την αξιολόγηση της συνολικής απόδοσης και αποδοχής της εφαρμογής. Στο πλαίσιο της έρευνας, διεξήχθησαν ερωτηματολόγια και συνεντεύξεις με τους χρήστες που συμμετείχαν στην πειραματική φάση της εφαρμογής. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αξιολογήσουν διάφορες πτυχές της εφαρμογής, όπως την ευχρηστία, την ταχύτητα, τη συνολική εμπειρία χρήστη και το περιεχόμενο της εφαρμογής, ενώ ταυτόχρονα τους δόθηκε η δυνατότητα να προτείνουν βελτιώσεις ή επιπλέον λειτουργίες.

7.3.1 Ευχρηστία και Διεπαφή Χρήστη

Η πλειονότητα των χρηστών ανέφερε ότι βρήκε την εφαρμογή εξαιρετικά εύχρηστη. Η απλή και φιλική προς το χρήστη διεπαφή διευκόλυνε την κατανόηση των παιχνιδιών. Ειδικότερα, το γεγονός ότι η αρχική εκμάθηση της εφαρμογής ήταν άμεση και δεν απαιτούσε περίπλοκες οδηγίες, αξιολογήθηκε πολύ θετικά από τους χρήστες.

7.3.2 Απόδοση και Ταχύτητα

Η απόδοση της εφαρμογής έλαβε εξαιρετικά θετικά σχόλια. Οι χρήστες επεσήμαναν ότι οι χρόνοι φόρτωσης των διαφόρων σελίδων ήταν πολύ σύντομοι, με ιδιαίτερη έμφαση στην ταχύτητα επαναφόρτωσης. Η χρήση τεχνολογιών, όπως το Next.js, συνέβαλε στην εξαιρετική απόκριση της εφαρμογής, γεγονός που αποτυπώνεται στα θετικά σχόλια που αφορούσαν την ταχύτητα της εφαρμογής συνολικά. Συνολικά, οι χρόνοι απόκρισης αξιολογήθηκαν ως "πολύ γρήγοροι" και "ικανοποιητικοί" από την πλειοψηφία των χρηστών.

7.3.3 Περιεχόμενο και Λειτουργίες

Όσον αφορά το περιεχόμενο της εφαρμογής, οι χρήστες εξέφρασαν την ικανοποίησή τους για την ποικιλία των παιχνιδιών. Θετικά σχολιάστηκε η λειτουργία αναγνώρισης συναισθημάτων μέσω ανάλυσης προσώπου. Συγκεκριμένα, οι χρήστες ανέφεραν ότι η λειτουργία αυτή όχι μόνο προσέφερε μια ευχάριστη εμπειρία, αλλά ταυτόχρονα τους παρείχε χρήσιμες πληροφορίες για τα συναισθήματα που αναγνώριζε η εφαρμογή σε πραγματικό χρόνο.

Ωστόσο, ορισμένοι χρήστες πρότειναν την προσθήκη περισσότερων παιχνιδιών, επισημαίνοντας ότι ενώ τα διαθέσιμα παιχνίδια ήταν ενδιαφέροντα και διασκεδαστικά, η εφαρμογή θα μπορούσε να εμπλουτιστεί περαιτέρω με επιπλέον επιλογές. Επίσης, κάποιοι χρήστες υπέδειξαν ότι θα ήθελαν μεγαλύτερη ποικιλία στα σενάρια αναγνώρισης συναισθημάτων, επιτρέποντας περισσότερους τρόπους αλληλεπίδρασης με τη λειτουργία αυτή.

7.3.4 Συμπεράσματα

Συνολικά, η ανατροφοδότηση των χρηστών ήταν ιδιαίτερα θετική. Η εφαρμογή θεωρήθηκε εύχρηστη, γρήγορη και ικανοποιητική ως προς τις βασικές της λειτουργίες. Οι χρήστες εκτίμησαν την καινοτομία της αναγνώρισης συναισθημάτων και το γεγονός ότι η εφαρμογή προσέφερε μια ομαλή και γρήγορη εμπειρία χωρίς σημαντικά προβλήματα απόδοσης. Οι προτάσεις που κατατέθηκαν αφορούσαν κυρίως την προσθήκη περισσότερων παιχνιδιών και επιπλέον επιλογών αλληλεπίδρασης, γεγονός που υποδεικνύει την επιθυμία των χρηστών για περαιτέρω ανάπτυξη και εμπλουτισμό της εφαρμογής στο μέλλον.

8. Επίλογος και Συμπεράσματα

Στο παρόν κεφάλαιο, θα συνοψιστούν τα βασικά ευρήματα και τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την ανάπτυξη και την αξιολόγηση της εφαρμογής. Επίσης, θα πραγματοποιηθεί μια κριτική επισκόπηση των πειραμάτων και των δοκιμών που διεξήχθησαν κατά τη διάρκεια της υλοποίησης.

8.1 Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία ασχολήθηκε με την ανάπτυξη μιας εφαρμογής που συνδυάζει σύγχρονες τεχνολογίες αναγνώρισης προσώπου και στάσης σώματος σε πραγματικό χρόνο, με στόχο τη δημιουργία μιας διαδραστικής εμπειρίας για τον χρήστη. Η υλοποίηση αυτή βασίστηκε σε τεχνολογίες όπως το Next.js, το MediaPipe, και το face-api.js, προσφέροντας μια πλατφόρμα ικανή να παρέχει εξατομικευμένο περιεχόμενο και προσφορές βάσει της ανάλυσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.

Ένα από τα κύρια συμπεράσματα που προέκυψαν είναι ότι η χρήση σύγχρονων μεθόδων μηχανικής μάθησης για την αναγνώριση προσώπου και στάσης μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την εμπειρία του χρήστη, παρέχοντας εξατομικευμένες και άμεσες αντιδράσεις στα ερεθίσματα του χρήστη. Ωστόσο, παρατηρήθηκε ότι η ακριβής και ταυτόχρονη επεξεργασία δεδομένων σε πραγματικό χρόνο αποτελεί πρόκληση, ειδικά σε συστήματα με περιορισμένους πόρους.

Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι η ενσωμάτωση της εφαρμογής με υπάρχοντα συστήματα είναι δυνατή και προσφέρει ευελιξία στην προσαρμογή σε διαφορετικά επιχειρηματικά περιβάλλοντα. Ωστόσο, απαιτείται περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη για τη βελτίωση της εξατομίκευσης του χρήστη με τρόπους που σέβονται την ιδιωτικότητά του αλλά ταυτόχρονα μπορούν να προσαρμοστούν στις προτιμήσεις του.

8.2 Αξιολόγηση της Εφαρμογής και των Πειραμάτων

Η αξιολόγηση της εφαρμογής πραγματοποιήθηκε μέσω μιας σειράς πειραμάτων και δοκιμών, οι οποίες στοχεύουν στην αξιολόγηση της απόδοσης, της ακρίβειας και της γενικότερης εμπειρίας χρήστη.

8.2.1 Απόδοση και Ακρίβεια

Η αξιολόγηση της απόδοσης της εφαρμογής επικεντρώθηκε στην ικανότητα του συστήματος να επεξεργάζεται δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Παρότι η χρήση προηγμένων μοντέλων μηχανικής μάθησης, όπως το MediaPipe και το face-api.js, επέτρεψε την ανίχνευση προσώπου και στάσης με υψηλή ακρίβεια, σημειώθηκαν ορισμένες καθυστερήσεις σε συστήματα χαμηλότερων προδιαγραφών. Η ακρίβεια της ανίχνευσης παρουσίασε ικανοποιητικά αποτελέσματα σε περιβάλλοντα με καλό φωτισμό και μεμονωμένους χρήστες, ωστόσο σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού ή με πολλαπλούς χρήστες, η ακρίβεια μειώθηκε αισθητά.

8.2.2 Εμπειρία Χρήστη (UX)

Τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν έδειξαν ότι η εμπειρία χρήστη (UX) είναι σε γενικές γραμμές θετική, ιδιαίτερα όταν η εφαρμογή χρησιμοποιείται σε περιβάλλοντα με καλές τεχνικές προδιαγραφές. Οι χρήστες εκτίμησαν την ευκολία στη χρήση και την αμεσότητα της

αναγνώρισης των κινήσεων και των χαρακτηριστικών τους. Ωστόσο, προέκυψαν ζητήματα αναφορικά με την προστασία της ιδιωτικότητας, καθώς ορισμένοι χρήστες εξέφρασαν ανησυχίες για τη χρήση της κάμερας και την αποθήκευση των δεδομένων τους.

8.2.3 Πειραματική Δοκιμή και Αξιολόγηση

Τα πειράματα περιλάμβαναν τη χρήση της εφαρμογής σε διάφορα σενάρια και την προσαρμογή σε διάφορα περιβάλλοντα, προκειμένου να αξιολογηθεί η λειτουργικότητα και η σταθερότητα της πλατφόρμας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η εφαρμογή λειτουργεί αποτελεσματικά σε συνθήκες που πληρούν τις βέλτιστες τεχνικές απαιτήσεις, όπως επεξεργαστές υψηλής ταχύτητας και κάμερες υψηλής ανάλυσης. Επιπλέον, οι δοκιμές έδειξαν ότι η εφαρμογή είναι εύκολα προσαρμόσιμη σε διαφορετικά σενάρια χρήσης, παρέχοντας ευελιξία στον τρόπο που μπορεί να αξιοποιηθεί από διαφορετικούς τύπους χρηστών και επιχειρήσεων.

8.2.4 Επίδραση στην Εξατομίκευση

Η εφαρμογή πέτυχε το στόχο της όσον αφορά την εξατομίκευση του περιεχομένου και των προσφορών με βάση τα βιομετρικά δεδομένα των χρηστών. Οι χρήστες που συμμετείχαν στα πειράματα δήλωσαν ότι αισθάνθηκαν πως η εφαρμογή ανταποκρίνεται στις προσωπικές τους ανάγκες και προτιμήσεις. Αυτό το στοιχείο αποτελεί ένα από τα πιο επιτυχημένα χαρακτηριστικά της εφαρμογής, συμβάλλοντας στη δημιουργία μιας πιο συνδεδεμένης και εμπλουτισμένης εμπειρίας χρήστη.

8.3 Προκλήσεις και Δυσκολίες κατά την Υλοποίηση

Κατά τη διαδικασία υλοποίησης της εφαρμογής, παρουσιάστηκαν διάφορες προκλήσεις και δυσκολίες, οι οποίες αφορούσαν τόσο τεχνικές πτυχές όσο και θέματα διαχείρισης χρόνου και πόρων.

8.3.1 Τεχνικές Προκλήσεις

Μία από τις βασικότερες τεχνικές προκλήσεις ήταν η επεξεργασία των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, ειδικά όσον αφορά την ανίχνευση στάσης σώματος και προσώπου. Η χρήση μοντέλων όπως το MediaPipe και το face-api.js απαιτήσε σημαντική βελτιστοποίηση, ώστε να διασφαλιστεί η ακριβής και άμεση αναγνώριση των κινήσεων του χρήστη, χωρίς να επιβαρύνεται η εμπειρία χρήστη λόγω καθυστερήσεων ή μειωμένης απόδοσης.

Επιπλέον, η συγχώνευση διαφορετικών τεχνολογιών αποτέλεσε πρόκληση. Η ανάγκη για ενοποίηση μοντέλων αναγνώρισης στάσης με την ανάπτυξη παιχνιδιών σε JavaScript και την εμφάνιση εξατομικευμένων προσφορών απαιτούσε προσεκτική αρχιτεκτονική σχεδίαση και σαφή διαχωρισμό των αρμοδιοτήτων κάθε μονάδας.

Ακόμα, η ανάλυση βίντεο καρέ-καρέ σε πραγματικό χρόνο αποτέλεσε σημαντική πρόκληση. Κατά τη διαδικασία επεξεργασίας των καρέ, παρατηρήθηκε ότι σε ορισμένες περιπτώσεις κάποια καρέ δεν επεξεργάζονται σωστά ή παραλείπονται εντελώς, γεγονός που επηρεάζει την ακρίβεια της ανίχνευσης της στάσης του σώματος ή του προσώπου αλλά και την αρχιτεκτονική του κώδικα και την λογική των παιχνιδιών. Αυτό το φαινόμενο εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις δυνατότητες της κάμερας του χρήστη και τη συνολική απόδοση του συστήματός του, καθώς κάθε κάμερα έχει διαφορετικές ταχύτητες και απαιτήσεις, τόσο σε ρυθμό καρέ (frame rate) όσο και σε ανάλυση. Σε συστήματα χαμηλών επιδόσεων, η

καθυστέρηση στην επεξεργασία των καρτέ οδηγεί σε αναντιστοιχίες μεταξύ της κίνησης του χρήστη και της απόκρισης της εφαρμογής, προκαλώντας υποβάθμιση της εμπειρίας χρήστη.

8.3.2 User Experience (UX) και Χρήση Κάμερας

Η χρήση της κάμερας μπορεί να προκαλέσει θέματα προστασίας ιδιωτικότητας και αποδοχής από τους χρήστες, οι οποίοι μπορεί να είναι διστακτικοί στο να επιτρέψουν την πρόσβαση στην κάμερα τους. Η πρόκληση αυτή, σε συνδυασμό με τον Γενικό Κανονισμό για την Προστασία των Δεδομένων (GDPR) επηρέασε σε πολύ μεγάλο βαθμό τα στοιχεία που συλλέγονται από τους χρήστες.

8.4 Προβλήματα που δεν Επιλύθηκαν

Παρά τη συνολική επιτυχία του έργου, υπήρξαν ορισμένα προβλήματα που δεν επιλύθηκαν πλήρως και παραμένουν ως ανοικτά ζητήματα για μελλοντική εργασία.

8.4.1 Ελλιπής Υποστήριξη για Άτομα με Ειδικές Ανάγκες

Η εφαρμογή δεν λαμβάνει υπόψη προσβασιμότητα για χρήστες με ειδικές ανάγκες, όπως άτομα με προβλήματα όρασης ή κίνησης. Η ενσωμάτωση υποστηρικτικών τεχνολογιών θα έκανε την εφαρμογή πιο προσιτή σε μεγαλύτερο εύρος χρηστών.

8.4.2 Περιορισμένη Υποστήριξη για Πολυγλωσσικό Περιβάλλον

Παρόλο που η εφαρμογή είναι λειτουργική, δεν παρέχει υποστήριξη για πολλές γλώσσες, περιορίζοντας έτσι τη διεθνή χρήση της. Η προσθήκη πολυγλωσσικού περιβάλλοντος θα διεύρυνε την προσβασιμότητα της εφαρμογής.

8.4.3 Μη Υλοποίηση Συστήματος Ανατροφοδότησης από Χρήστες

Δεν αναπτύχθηκε μηχανισμός συλλογής ανατροφοδότησης από τους χρήστες σχετικά με την εμπειρία τους στην εφαρμογή αμέσως μετά την ολοκλήρωση των παιχνιδιών. Ένα τέτοιο σύστημα θα ήταν πολύτιμο για την προσαρμογή και βελτίωση της εφαρμογής με βάση τις προτιμήσεις των χρηστών.

8.5 Προτάσεις για Μελλοντικές Επεκτάσεις και Νέες Λειτουργίες

Για τη βελτίωση και την επέκταση της εφαρμογής, μπορούν να προταθούν διάφορες κατευθύνσεις.

8.5.1 Αυτόματη επιλογή μοντέλου Mediaripe

Ένα από τα βασικά ζητήματα που δεν επιλύθηκαν πλήρως και θα βελτιώνει αισθητά την προσαρμοστικότητα της εφαρμογής σε διαφορετικά συστήματα είναι η αυτόματη επιλογή του κατάλληλου μοντέλου Mediaripe. Παρόλο που το μοντέλο `pose_landmarker_heavy` χρησιμοποιείται αποτελεσματικά, η δυνατότητα αυτόματης επιλογής ελαφρύτερων ή βαρύτερων μοντέλων με βάση την απόδοση του συστήματος του χρήστη θα μπορούσε να βελτιώσει την εμπειρία χρήστη, ειδικά σε συσκευές χαμηλών επιδόσεων.

8.5.2 Παραμετροποίηση των προσφορών σε κάθε χρήστη ατομικά

Το σύστημα προσφορών δεν είναι πλήρως προσαρμόσιμο στις ανάγκες του κάθε χρήστη ατομικά. Δεν υποστηρίζει πιο σύνθετες παραμετροποιήσεις ή προσωποποιημένες καμπάνιες

που θα μπορούσαν να βασιστούν σε περισσότερα δεδομένα, όπως οι επιδόσεις των χρηστών στα παιχνίδια ή οι προηγούμενες αλληλεπιδράσεις τους με το σύστημα.

8.5.3 Αναγνώριση περισσότερων βιομετρικών στοιχείων

Η εφαρμογή μελλοντικά θα μπορούσε να υποστηρίζει την ανάλυση άλλων βιομετρικών δεδομένων, όπως ο καρδιακός ρυθμός ή η θερμοκρασία του σώματος. Η προσθήκη τέτοιων δυνατοτήτων θα μπορούσε να συμβάλει στη βελτίωση της ακρίβειας των στατιστικών και να προσφέρει περισσότερη εξατομίκευση στην εμπειρία χρήστη.

8.6 Συμπεράσματα από την Αξιολόγηση

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της αξιολόγησης, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η εφαρμογή πέτυχε τους περισσότερους από τους αρχικούς στόχους της, παρέχοντας μια ισχυρή πλατφόρμα για την αναγνώριση προσώπου και στάσης σώματος σε πραγματικό χρόνο. Παρότι υπάρχουν σημεία που χρειάζονται βελτίωση, ιδιαίτερα όσον αφορά την απόδοση σε μη ιδανικές συνθήκες, τα αποτελέσματα των πειραμάτων καταδεικνύουν τη δυναμική της εφαρμογής και την ικανότητά της να προσαρμόζεται σε διαφορετικά περιβάλλοντα χρήσης.

Η εφαρμογή, με τις κατάλληλες βελτιώσεις, μπορεί να αποτελέσει ένα πολύτιμο εργαλείο για διάφορους τομείς, από την ψυχαγωγία και την υγεία έως την εκπαίδευση και το λιανικό εμπόριο. Ωστόσο, η συνέχιση της έρευνας και η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών είναι απαραίτητες για να διασφαλιστεί ότι η εφαρμογή θα παραμείνει ανταγωνιστική και αξιόπιστη σε ένα συνεχώς εξελισσόμενο τεχνολογικό περιβάλλον.

9. Βιβλιογραφία

Bibliography

1. (n.d.). Retrieved 8 1, 2024, from <https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/government/inspired/history-of-facial-recognition>
2. (n.d.). Retrieved from Github: <https://github.com/justadudewhohacks/face-api.js>
3. (n.d.). Retrieved from storage.googleapis: <https://storage.googleapis.com/mediapipe-models/>
4. *Age, Gender and Emotion Detection: Face Recognition – AI in PictoBlox*. (n.d.). Retrieved from ai.thestempedia: <https://ai.thestempedia.com/docs/pictoblox/pictoblox-tutorials/age-gender-and-emotion-detection-face-recognition-ai-in-pictoblox/>
5. Altmeyer, M. L. (2021). Potential and effects of personalizing gameful fitness applications using behavior change intentions and Hexad user types. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 675-712. doi:10.1007/s11257-021-09288-6
6. Amadeus. (2019, Μάιος 16). Retrieved from <https://amadeus.com/en/newsroom/press-releases/amadeus-ljubljana-airport-biometric-boarding-pilot>
7. Bruce, V. &. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, 305–327.
8. Caserman, P. L. (2021). Full-Body motion recognition in immersive- Virtual-Reality-Based exergame. *IEEE Transactions on Games*, 243–252. doi:10.1109/TG.2021.3064749
9. Chen, Y. Y. (2022). High-Throughput recognition of tumor cells using Label-Free elemental characteristics based on interpretable deep learning. *Analytical Chemistry*, 3158–3164. doi:10.1021/acs.analchem.1c04553
10. Cheng, A. (2019, 5 9). Retrieved 8 1, 2024, from <https://www.forbes.com/sites/andriacheng/2019/05/09/this-new-nike-fit-feature-could-be-a-game-changer/>
11. Christopher Kuner (ed.), L. A. (2020). *The EU General Data Protection Regulation (GDPR): A Commentary*. Oxford. doi:10.1093/oso/9780198826491.001.0001
12. Coca-Cola. (2023, 9 25). Retrieved from <https://www.coca-cola.com/gb/en/media-center/coca-cola-zero-sugar-takeatastenow-campaign>
13. Dang, K. &. (2017). Review and comparison of face detection algorithms. *2017 7th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering - Confluence*. doi:10.1109/confluence.2017.7943228
14. Elmahmudi, A., & Ugail, H. (2019). Deep face recognition using imperfect facial data. *Future Generation Computer Systems*. doi:<https://doi.org/10.1016/J.FUTURE.2019.04.025>
15. *Face landmark detection guide*. (n.d.). Retrieved from ai.google.dev: https://ai.google.dev/edge/mediapipe/solutions/vision/face_landmarker
16. Fernandez-Lanvin, D. D.-S.-R.-M. (2018). The dimension of age and gender as user model demographic factors for automatic personalization in e-commerce sites. *Computer Standards & Interfaces*, 1-9. doi:10.1016/j.csi.2018.02.001
17. Gates, K. A. (2011). *Our Biometric Future: Facial Recognition Technology and the Culture of Surveillance*. NYU Press. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/j.ctt9qg8xd>

18. Hajarian, M. B. (2019). A personalized gamification method for increasing user engagement in social networks. *Social Network Analysis and Mining*. doi:10.1007/s13278-019-0589-3
19. *Hand landmarks detection guide*. (n.d.). Retrieved from ai.google.dev: https://ai.google.dev/edge/mediapipe/solutions/vision/hand_landmarker
20. Higgins, S. F. (2018). Multivariate Testing Confirms the Effect of Age–Gender Congruence on Click-Through Rates from Online Social Network Digital Advertisements. *Cyberpsychology Behavior and Social Networking*, 646–654. doi:10.1089/cyber.2018.0197
21. *How Kinect depth sensor works – stereo triangulation?* (2010, November 30). Retrieved from mirror2image: <https://web.archive.org/web/20110212010820/http://mirror2image.wordpress.com/2010/11/30/how-kinect-works-stereo-triangulation/>
22. *Infolob primer on facial recognition and AI*. (2019, Οκτωβρίου 16). Retrieved from infolob: <https://www.infolob.com/infolob-primer-facial-recognition-and-ai-2/>
23. James Clayton, Ben Derico. (2023, Μάρτιος 28). Retrieved from <https://www.bbc.com/news/technology-65057011>
24. King, I., Wang, J., Chan, L., & Wang, D. (2006). *Neural information processing*. Springer. doi:<https://doi.org/10.1007/11893257>
25. Kumar, A. (2018, October 7). *GIGO — Garbage in Garbage Out Concept for UX Research*. Retrieved from Medium: <https://medium.com/nyc-design/gigo-garbage-in-garbage-out-concept-for-ux-research-7e3f50695b82>
26. Kumar, S., Sadhya, D., Singh, D., & Singh, S. K. (2014). Kumar, S., Sadhya, D., Singh, D., & Singh, S. K. In *Cloud Security Using Face Recognition* (pp. 298-319). IGI Global. doi:<https://doi.org/10.4018/978-1-4666-6559-0.CH014>
27. Lee, Y. J. (2008). Research on Detecting Face and Hands for Motion-Based Game Using Web Camera. *2008 International Conference on Security Technology*. doi:10.1109/sectech.2008.14
28. Li, S. Z., & Jain, A. K. (2011). *Handbook of face recognition*. Springer. doi:<https://doi.org/10.1007/978-0-85729-932-1>
29. *Microsoft to launch Kinect for Windows sensor in 2014*. (2013, May 23). Retrieved from cnet: <https://www.cnet.com/tech/tech-industry/microsoft-to-launch-kinect-for-windows-sensor-in-2014/>
30. Nintendo. (2008, March 17). Retrieved from <https://web.archive.org/web/20081010214633/http://games.nintendo.com.au/title.php?id=1691>
31. Niu, G. &. (2018). Learning an video frame-based face detection system for security fields. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 457–463. doi:10.1016/j.jvcir.2018.07.001
32. *Object detection task guide*. (n.d.). Retrieved from ai.google.dev: https://ai.google.dev/edge/mediapipe/solutions/vision/object_detector
33. Patrick J. Rauss, Jonathan Phillips, Mark K. Hamilton, and A. Trent DePersia. (1997, 2 26). FERET (Face Recognition Technology) program. doi:<https://doi.org/10.1117/12.267831>
34. Pins, D., Jakobi, T., Stevens, G., Alizadeh, F., & Krüger, J. (2022). Finding, getting and understanding: the user journey for the GDPR'S right to access. *Behaviour and Information Technology*, 2174–2200. doi:10.1080/0144929x.2022.2074894

35. Raviv, S. (21, 1 2020). *The Secret History of Facial Recognition*. Retrieved from wired: <https://www.wired.com/story/secret-history-facial-recognition/>
36. Saravanan, J. (2021, July 28). *face-api.js : A way to build a Face Recognition system in the browser*. Retrieved from medium: <https://medium.com/genai-io/face-api-js-a-way-to-build-face-recognition-system-in-browser-c1f4ac922657>
37. *Stars and Avatars: Final Project*. (2012, December 13). Retrieved from samanthaseath: <https://samanthaseath.wordpress.com/2012/12/13/wii-advertisement/>
38. Streicher, A. &. (2016). Personalized and adaptive serious games. In *Entertainment Computing and Serious Games* (pp. 332–377). Springer. doi:10.1007/978-3-319-46152-6_14
39. Strzelecki, M. H., Strąkowska, M., Kozłowski, M., Urbańczyk, T., Wielowieyska-Szybińska, D., & Kociołek, M. (2021). Skin lesion detection algorithms in whole body images. *Sensors*. doi:10.3390/s21196639
40. Tondello, G. F. (2020). Validation of user preferences and effects of personalized gamification on task performance. *Frontiers in Computer Science*. doi:10.3389/fcomp.2020.00029
41. Vrabec, H. U. (2021). *Data Subject Rights under the GDPR*. Oxford. doi:10.1093/oso/9780198868422.001.0001
42. *War in Ukraine*. (n.d.). Retrieved Αύγουστος 1, 2024, from Clearview: <https://www.clearview.ai/ukraine>
43. *What is Docker*. (n.d.). Retrieved from bitovi: <https://www.bitovi.com/academy/learn-docker/what-is-docker.html>
44. Wiewiórowski, W. (2020, February 21). Retrieved from https://www.edps.europa.eu/press-publications/press-news/blog/ai-and-facial-recognition-challenges-and-opportunities_en
45. Wood, A. (2023, February 16). *Switchback VR: Closing Your Eyes Only Makes Things Scariest Thanks to Eye Tracking*. Retrieved from ign: <https://www.ign.com/articles/switchback-vr-closing-your-eyes-only-makes-things-scarier-thanks-to-eye-tracking>
46. Xie, T., Chen, Z., Cao, M., Hu, P., Zeng, Y., & Pan, Z. (2020). FACE DETECTION IN VR GAMES. *Proceedings of the 3rd International Conference on Control and Computer Vision*. doi:10.1145/3425577.3425579
47. Z. Jian, S. W.-j. (2010). Face detection for security surveillance system. *2010 5th International Conference on Computer Science & Education*, (pp. 1735-1738). doi:10.1109/ICCSE.2010.5593578

10. Παραρτήματα

10.1 Αναλυτικός Κώδικας της Εφαρμογής

Ο κώδικας της εφαρμογής βρίσκεται σε ένα αποθετήριο (repository) στο GitHub λόγω της πολυπλοκότητας και του μεγάλου αριθμού των αρχείων που περιέχει το project. Η σωστή λειτουργία της εφαρμογής εξαρτάται από τη διατήρηση μιας συγκεκριμένης δομής φακέλων, καθώς τα αρχεία πρέπει να βρίσκονται στις προβλεπόμενες θέσεις για να εκτελούνται σωστά. Η διάθεση του κώδικα μέσω του GitHub εξασφαλίζει την ακεραιότητα της δομής και διευκολύνει την εγκατάσταση και εκτέλεση της εφαρμογής σε οποιοδήποτε σύστημα.

Ο πηγαίος κώδικας μπορεί να βρεθεί εδώ: <https://github.com/antonisr11/msc-final-project>.

10.2 Οδηγίες Εγκατάστασης και Εκτέλεσης (με Docker)

Η διαδικασία εγκατάστασης και εκτέλεσης της εφαρμογής είναι απλή και απαιτεί από τον χρήστη να τρέξει μία μόνο εντολή στο τερματικό του υπολογιστή του. Συγκεκριμένα, ο χρήστης καλείται να κατεβάσει την τελευταία έκδοση της εφαρμογής και να την εκκινήσει, ανοίγοντας μία θύρα του τοπικού υπολογιστή ώστε να μπορεί να επικοινωνεί με την εφαρμογή που “ακούει” σε συγκεκριμένη θύρα. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της παρακάτω εντολής Docker:

```
docker pull ghcr.io/antonisr11/msc-final-project/promotion-page-nextjs:latest && docker run -p 3000:3000 ghcr.io/antonisr11/msc-final-project/promotion-page-nextjs:latest
```

Με την εκτέλεση αυτής της εντολής, το Docker αρχικά ελέγχει αν υπάρχει διαθέσιμη η τελευταία έκδοση της εφαρμογής και, σε περίπτωση που υπάρχει, την κατεβάζει και την αποθηκεύει τοπικά. Στη συνέχεια, ξεκινά την εκτέλεση της εφαρμογής, εκθέτοντας την τοπικά στη θύρα 3000 του υπολογιστή. Για να αποκτήσει πρόσβαση στην εφαρμογή, ο χρήστης αρκεί να πληκτρολογήσει στον φυλλομετρητή (browser) του τη διεύθυνση <http://localhost:3000>.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η πρόσβαση στην εφαρμογή περιορίζεται τοπικά, δηλαδή η εφαρμογή είναι προσβάσιμη μόνο στον υπολογιστή όπου έχει εκκινηθεί, παρέχοντας έτσι ένα επιπλέον επίπεδο ασφάλειας για δοκιμές ή ανάπτυξη. Η απλότητα της διαδικασίας, που περιορίζεται σε μία εντολή και έναν τοπικό browser, καθιστά την εφαρμογή εύκολη στη χρήση για κάθε χρήστη ανεξαρτήτως τεχνικών γνώσεων.

10.3 Αντιμετώπιση Συχνών Προβλημάτων (FAQ)

Ακολουθούν 5 ερωτοαπαντήσεις που απευθύνονται τόσο σε διαχειριστές της εφαρμογής όσο και στους παίκτες.

1. Πώς εξασφαλίζεται η ακρίβεια της ανίχνευσης στάσης σώματος και προσώπου σε πραγματικό χρόνο;

Η ακρίβεια της ανίχνευσης επιτυγχάνεται με τη χρήση των πιο σύγχρονων αλγορίθμων και μοντέλων μηχανικής μάθησης, όπως το MediaPipe για την ανίχνευση στάσης σώματος και το face-api.js για την αναγνώριση προσώπου. Τα μοντέλα αυτά έχουν εκπαιδευτεί σε μεγάλα σύνολα δεδομένων, επιτρέποντας την ανάλυση και την ακριβή ανίχνευση σε πραγματικό χρόνο. Ωστόσο, η απόδοσή τους μπορεί να επηρεαστεί από περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως ο φωτισμός και η ανάλυση της κάμερας.

2. Ποια δεδομένα χρήστη συλλέγονται και πώς χρησιμοποιούνται;

Κατά τη διάρκεια των παιχνιδιών, συλλέγονται δεδομένα που αφορούν τη στάση του σώματος, την αλληλεπίδραση των παικτών με τα παιχνίδια (χρόνος ολοκλήρωσης κάθε σταδίου του παιχνιδιού, αριθμός αποχωρήσεων σε κάθε παιχνίδι κτλ.), καθώς και το φύλο και την ηλικία του χρήστη, τα οποία καταγράφονται χωρίς αποθήκευση ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για την εξατομίκευση της εμπειρίας χρήστη και την παρουσίαση σχετικών προσφορών στο τέλος των παιχνιδιών. Η προστασία των δεδομένων είναι προτεραιότητα, και η εφαρμογή ακολουθεί όλες τις αρχές προστασίας ιδιωτικότητας και ασφάλειας.

3. Πώς γίνεται η διαχείριση σφαλμάτων και αποτυχίας ανίχνευσης προσώπου ή σώματος;

Σε περιπτώσεις όπου η ανίχνευση προσώπου ή σώματος αποτυγχάνει, ενεργοποιείται μια λειτουργία αντίστροφης μέτρησης, η οποία δίνει χρόνο στον χρήστη να επανέλθει εντός του πεδίου ανίχνευσης της κάμερας. Αν ο χρήστης δεν εντοπιστεί εγκαίρως, η εφαρμογή επαναφέρει την τρέχουσα διαδικασία στο αρχικό της στάδιο. Αυτό διασφαλίζει την ομαλή εμπειρία χρήστη, αποφεύγοντας συνεχή σφάλματα κατά την αλληλεπίδραση.

4. Τι γίνεται με την επεκτασιμότητα και τις δυνατότητες μελλοντικών βελτιώσεων της εφαρμογής;

Η εφαρμογή έχει σχεδιαστεί με γνώμονα την επεκτασιμότητα. Η αρχιτεκτονική του κώδικα, με τον καθαρό διαχωρισμό των components και των μονάδων ανίχνευσης, επιτρέπει την εύκολη προσθήκη νέων παιχνιδιών ή λειτουργιών. Επιπλέον, οι μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση στάσης σώματος και προσώπου μπορούν να βελτιωθούν με την εισαγωγή πιο σύγχρονων μοντέλων και τεχνικών μηχανικής μάθησης αν μελλοντικά κάτι τέτοιο κριθεί απαραίτητο.

5. Πώς μπορεί να προσαρμοστεί η εφαρμογή σε διαφορετικά περιβάλλοντα χρήσης;

Η εφαρμογή είναι ευέλικτη και μπορεί να προσαρμοστεί σε διαφορετικά περιβάλλοντα χρήσης, ωστόσο η λειτουργικότητα της εξαρτάται από την ποιότητα της κάμερας και το περιβάλλον στο οποίο γίνεται η χρήση. Σε φώτεινά περιβάλλοντα με καλή ανάλυση κάμερας, η ανίχνευση είναι πιο ακριβής. Στο μέλλον, μπορεί να αναπτυχθούν πιο σύνθετοι αλγόριθμοι που θα βελτιώνουν την απόδοση σε πιο δύσκολες συνθήκες.