

Εργασία 5: Διαδραστικό Παιχνίδι “Πέτρα-Ψαλίδι-Χαρτί” μέσω Υπολογιστικής Όρασης και Απτικής Ανάδρασης σε Smartphone

Νεκταρία Ζευγουλά Κωνσταντίνος Τσάμπρας Μάριος-Γεώργιος Παπαχρήστου
Γεώργιος Ροδόπουλος

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Πατρών

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το παρόν έργο παρουσιάζει ένα διαδραστικό παιχνίδι "πέτρα-ψαλίδι-χαρτί" που αξιοποιεί την τεχνολογία υπολογιστικής όρασης και απτικής ανάδρασης για να ενισχύσει την εμπειρία του χρήστη. Μια κάμερα καταγράφει τη χειρονομία του παίκτη, ενώ ο υπολογιστής – αντίπαλος παράγει μία τυχαία κίνηση προσομοιώνοντας έτσι το παιχνίδι. Το αποτέλεσμα κάθε γύρου ενεργοποιεί μία ειδοποίηση δόνησης σε συνδεδεμένο smartphone, ενημερώνοντας τον παίκτη για τη νίκη, την ήττα ή την ισοπαλία. Η αναγνώριση των χειρονομιών έγινε μέσω της Python και της OpenCV, ενώ η ενσωμάτωση του smartphone επιτεύχθηκε μέσω διαδικτυακής διασύνδεσης. Το σύστημα αυτό αποσκοπεί στη δημιουργία μιας ψυχαγωγικής και ταυτόχρονα τεχνικής εφαρμογής που αναδεικνύει τις δυνατότητες της υπολογιστικής όρασης και της διαδραστικής ανάδρασης.

Λέξεις Κλειδιά: Αναγνώριση χειρονομιών—Αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή (HCI)—Υπολογιστική όραση—Διαδραστικά παιχνίδια—OpenCV—MQTT.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι διαδραστικές εμπειρίες παιχνιδιών έχουν γνωρίσει σημαντική εξέλιξη, αξιοποιώντας σύγχρονες τεχνολογίες όπως η υπολογιστική όραση και η απτική ανάδραση. Το παρόν έργο επικεντρώνεται στη δημιουργία ενός παιχνιδιού "πέτρα-ψαλίδι-χαρτί", το οποίο συνδυάζει την αναγνώριση χειρονομιών σε πραγματικό χρόνο μέσω κάμερας με δόνηση σε smartphone, προσφέροντας έναν καινοτόμο και διαδραστικό τρόπο αλληλεπίδρασης.

Ο βασικός στόχος του συστήματος είναι να αναγνωρίζει τη χειρονομία του χρήστη με τη χρήση υπολογιστικής όρασης, να επιλέγει τυχαία κίνηση ο υπολογιστής και να παρέχει ανάδραση μέσω δόνησης για την άμεση ενημέρωση του παίκτη σχετικά με το αποτέλεσμα (νίκη, ήττα ή ισοπαλία).

Η ανάπτυξη του συστήματος πραγματοποιήθηκε με τη χρήση της Python και συγκεκριμένα των βιβλιοθηκών

OpenCV για την αξιοποίηση της κάμερας, MediaPipe για την αναγνώριση των κινήσεων του χεριού και των χειρονομιών, Pygame για την ανάπτυξη του γραφικού περιβάλλοντος, MQTT για τις δυνατότητες απτικής ανάδρασης μέσω του smartphone και NumPy για τις υπολογιστικές εργασίες. Η δόνηση στο smartphone επιτεύχθηκε μέσω της δημιουργίας ενός απλού ιστότοπου που συνδέεται με τον υπολογιστή και στέλνει την κατάλληλη εντολή για την ενεργοποίηση της δόνησης. Το έργο αυτό αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα του πώς οι παραδοσιακές μορφές παιχνιδιών μπορούν να επαναπροσδιοριστούν με τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών, προσφέροντας νέες δυνατότητες αλληλεπίδρασης και ψυχαγωγίας.

2. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ

A. Γραφικό Περιβάλλον (GUI)

Για την ανάπτυξη του γραφικού περιβάλλοντος (GUI) του παιχνιδιού, χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη Pygame. Το Pygame προσφέρει ισχυρές δυνατότητες για την ανάπτυξη διαδραστικών εφαρμογών και παιχνιδιών σε Python. Η υλοποίηση περιλαμβάνει την εμφάνιση του παιχνιδιού, την εμφάνιση των αποτελεσμάτων του γύρου, καθώς και το τρέχον score το οποίο ανανεώνεται με κάθε γύρο.



Εικόνα 1: Η αρχική οθόνη της γραφικής διεπαφής του παιχνιδιού.

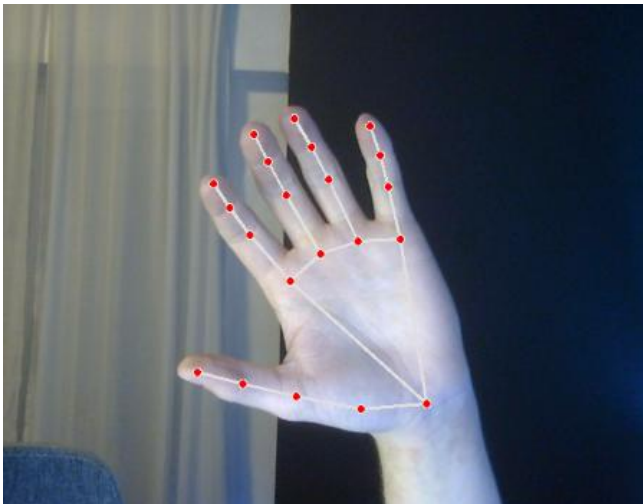
Κάθε στοιχείο του παιχνιδιού έχει σχεδιαστεί για να είναι ευδιάκριτο και ευχάριστο στη χρήση. Η ενημέρωση της οθόνης γίνεται σε πραγματικό χρόνο, εξασφαλίζοντας έτσι ομαλή αλληλεπίδραση. Για παράδειγμα, όταν ο χρήστης επιλέγει μία χειρονομία και αυτή ανιχνευτεί, το GUI εμφανίζει την επιλογή του,

καθώς και την επιλογή του υπολογιστή, δείχνοντας παράλληλα τον νικητή του γύρου.

B. Αναγνώριση Χειρονομιών

Για την αναγνώριση των χειρονομιών στο παιχνίδι, χρησιμοποιήθηκαν οι βιβλιοθήκες OpenCV και MediaPipe, οι οποίες παρέχουν προηγμένα εργαλεία για την επεξεργασία εικόνας και την ανίχνευση παλαμών και δακτύλων. Η διαδικασία αναγνώρισης χειρονομιών περιλαμβάνει διάφορα στάδια, από την καταγραφή της εικόνας μέχρι την κατηγοριοποίηση της χειρονομίας.

Η OpenCV χρησιμοποιήθηκε για την καταγραφή των καρτέ από την κάμερα του υπολογιστή και για την αρχική επεξεργασία εικόνας. Στη συνέχεια, μέσω της βιβλιοθήκης MediaPipe γίνεται η ανίχνευση των χεριών μέσα στο καρέ. Το MediaPipe εφαρμόζει μοντέλα μηχανικής μάθησης για τον ακριβή εντοπισμό των σημείων κλειδιών του χεριού (keypoints), όπως οι αρθρώσεις και οι άκρες των δακτύλων.



Εικόνα 2: Αναγνώριση παλάμης με χρήση keypoints.

Η αναγνώριση των χειρονομιών (πέτρα, ψαλίδι, χαρτί) βασίζεται στην ανάλυση της θέσης και της διάταξης αυτών των σημείων. Για παράδειγμα:

- Πέτρα: Όλα τα δάχτυλα παραμένουν κλειστά.
- Ψαλίδι: Τα δάχτυλα δείκτης και μέσος είναι ανοιχτά, ενώ τα υπόλοιπα κλειστά.
- Χαρτί: Όλα τα δάχτυλα είναι πλήρως ανοιχτά.

Μετά την αναγνώριση, η επιλεγμένη χειρονομία μεταβιβάζεται στο παιχνίδι, ώστε να συγκριθεί με την τυχαία επιλογή του υπολογιστή. Οι βιβλιοθήκες OpenCV και MediaPipe, σε συνδυασμό με τις υπολογιστικές δυνατότητες της NumPy, εξασφαλίζουν ακρίβεια και ταχύτητα στην επεξεργασία, καθιστώντας δυνατή τη λειτουργία σε πραγματικό χρόνο χωρίς καμία αισθητή καθυστέρηση.

C. Ανάδραση μέσω Smartphone

Η ανάδραση του παιχνιδιού μέσω δόνησης στο smartphone υλοποιήθηκε με τη χρήση του MQTT

broker του εργαστηρίου IoT του Παν. Πατρών, ο οποίος επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ του υπολογιστή και του smartphone σε πραγματικό χρόνο. Το MQTT είναι ένα ελαφρύ πρωτόκολλο ανταλλαγής μηνυμάτων που βασίζεται στο πρότυπο "publish/subscribe", καθιστώντας το ιδανικό για εφαρμογές με χαμηλή καθυστέρηση και αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων.

Συγκεκριμένα η ιστοσελίδα που έχει υλοποιηθεί λειτουργεί ως "subscriber" στον MQTT broker, ενώ η εφαρμογή του παιχνιδιού που τρέχει στον υπολογιστή δημοσιεύει εντολές που καθορίζουν το μοτίβο δόνησης ανάλογα με το αποτέλεσμα του γύρου.

Τα προκαθορισμένα μοτίβα δόνησης είναι:

- **Νίκη:** Μία σύντομη δόνηση 1sec.
- **Ήττα:** Δύο συνεχόμενες δονήσεις 1sec.
- **Ισοπαλία:** Μία μακρά δόνηση 2sec.

Οι εντολές για τη δόνηση είναι προκαθορισμένα μηνύματα κειμένου, όπως "win", "lose", ή "draw". Αυτές οι εντολές μεταφέρονται μέσω του MQTT broker στο smartphone στο οποίο είναι ανοικτή και εστιασμένη η ιστοσελίδα του παιχνιδιού, όπου αποκωδικοποιούνται και ενεργοποιείται η κατάλληλη δόνηση. Ο χρήστης μεταβαίνει στην σελίδα σκανάροντας το Qr κωδικό που βρίσκεται στο GUI.

Το MQTT εξασφαλίζει αξιόπιστη και χαμηλής καθυστέρησης επικοινωνία, ενώ τα μηνύματα δημοσιεύονται αμέσως μετά την ολοκλήρωση κάθε γύρου. Αυτή η προσέγγιση προσφέρει άμεση απτική ανάδραση στον χρήστη, βελτιώνοντας τη διαδραστικότητα και την εμπειρία παιχνιδιού.

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η υλοποίηση του παιχνιδιού Πέτρα-Ψαλίδι-Χαρτί με αναγνώριση χειρονομιών και ανάδραση μέσω δόνησης στο smartphone προσφέρει μια διαδραστική εμπειρία χρησιμοποιώντας συνδυασμό τεχνολογιών και βιβλιοθηκών, όπως **Pygame**, **OpenCV**, **MediaPipe** και το πρωτόκολλο **MQTT**. Η αναγνώριση χειρονομιών σε πραγματικό χρόνο και η άμεση απτική ανάδραση του αποτελέσματος μέσω smartphone ενισχύουν την εμπειρία του χρήστη, αποδεικνύοντας τις δυνατότητες των σύγχρονων τεχνολογιών σε διαδραστικές εφαρμογές. Το αποθετήριο κώδικα βρίσκεται [εδώ](#).

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] Pygame. (2024). *Pygame documentation*.
- [2] Bradski, G. (2000). *The OpenCV Library*. Dr. Dobb's Journal of Software Tools.
- [3] Google. (2019). *MediaPipe: A Framework for Building Multimodal Applied Machine Learning Pipelines*.
- [4] J. B. (2017). *MQTT: A lightweight messaging protocol for embedded systems*. International Journal of Computer Applications, 169(7), 31-36.

