



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΕΞΑΤΟΜΙΚΕΥΜΕΝΗ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΧΕΙΡΟΝΟΜΙΩΝ  
ΑΣΘΕΝΩΝ ΜΕ ΝΟΣΟ ΠΑΡΚΙΝΣΟΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ  
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ»

Κωνσταντίνος Σακκάς

Επιβλέπων: Ευριπίδης Γλαβάς



Άρτα, Φεβρουάριος, 2024



**PERSONALIZED VISUALIZATION OF PARKINSON'S DISEASE  
PATIENT'S GESTURES USING VIRTUAL REALITY**



Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Άρτα, 07/03/2024

## ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής

Ευριπίδης Γλαβάς,

2. Μέλος επιτροπής

Αλέξανδρος Τζάλλας,

3. Μέλος επιτροπής

Νικόλαος Γιαννακέας,



© Σακκάς, Κωνσταντίνος, 2024.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.



## Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Σακκάς, Κωνσταντίνος

Υπογραφή



## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες για τον Επιβλέπων Καθηγητή μου κ. Γλαβά Ευριπίδη για την αφοσίωσή και τη στήριξη κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας, όπως και για τις αμέτρητες ώρες που αφιέρωσε για την υλοποίηση της εφαρμογής και την επίλυση των προβλημάτων. Η σταθερή υποστήριξη, η εμπιστοσύνη και η πολύτιμη καθοδήγηση ήταν κρίσιμες για την ολοκλήρωση αυτού του σημαντικού έργου. Εκφράζω τη βαθιά μου εκτίμηση για την υπομονή και την εμπιστοσύνη καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της πορείας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την Υποψήφια Διδάκτορα του Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών Δημητρίου Γεωργία για την καθοδήγηση και την υποστήριξη που μου παρείχε για την ανάλυση των δεδομένων και την χρήση του SmartGlove.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Γιαννακέα Νικόλαο Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών και τον κ. Τζάλλα Αλέξανδρο Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών για την παραχώρηση του SmartGlove και την ενημέρωση για την λειτουργία και την κατασκευή του με στόχο την δειγματοληψία νέων δεδομένων για σύγκριση και επαλήθευση.



## Περίληψη

Η παρούσα Διπλωματική διερευνά την ενσωμάτωση της τεχνολογίας Εικονικής Πραγματικότητας (VR) και τεχνικών εξατομικευμένης απεικόνισης για τη βελτίωση της αξιολόγησης και της διαχείρισης της νόσου του Πάρκινσον (PD). Το Πάρκινσον είναι μια σύνθετη νευρολογική διαταραχή που χαρακτηρίζεται από ποικίλα κινητικά και μη συμπτώματα. Οι παραδοσιακές μέθοδοι αξιολόγησης συχνά στερούνται την εξειδίκευση που απαιτείται για τον εξατομικευμένο σχεδιασμό και παρακολούθηση της θεραπείας.

Ο στόχος αυτής της έρευνας είναι να αναπτύξει και να αξιολογήσει ένα σύστημα βασισμένο σε VR που οπτικοποιεί εξατομικευμένα δεδομένα που σχετίζονται με τις χειρονομίες των ασθενών με Πάρκινσον. Δημιουργώντας εμπυθιστικά περιβάλλοντα VR, το σύστημα στοχεύει να παρέχει στους κλινικούς ιατρούς πληροφορίες για τα μοναδικά κινητικά μοτίβα και τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν μεμονωμένοι ασθενείς.

Τα βασικά στοιχεία της Διπλωματικής περιλαμβάνουν την συστηματική ανασκόπηση γύρω από τους τομείς του Πάρκινσον και της Εικονικής Πραγματικότητας, την ανάπτυξη αλγορίθμων αναγνώρισης χειρονομιών ικανών να καταγράφουν λεπτές κινητικές ανωμαλίες, το σχεδιασμό περιβαλλόντων VR για την οπτικοποίηση εξατομικευμένων δεδομένων και την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του συστήματος και της εμπειρίας χρήστη.

Μέσω της πολυεπιστημονικής συνεργασίας και του σχεδιασμού με επίκεντρο τον ασθενή, αυτή η έρευνα επιδιώκει να προωθήσει εξατομικευμένες ιατρικές προσεγγίσεις στη φροντίδα του Πάρκινσον. Ενισχύοντας τους κλινικούς ιατρούς και τους ασθενείς με διαισθητικά εργαλεία για οπτικοποίηση και ανάλυση δεδομένων, η εξατομικευμένη οπτικοποίηση σε VR υπόσχεται τη βελτίωση των αποτελεσμάτων της θεραπείας και την ενίσχυση της συμμετοχής των ασθενών στη διαχείριση του Πάρκινσον.

**Λέξεις-κλειδιά:** Πάρκινσον, Εικονική Πραγματικότητα, Εξατομικευμένη Οπτικοποίηση, Αναγνώριση Χειρονομιών.



## Abstract

This Thesis explores the integration of Virtual Reality (VR) technology and personalized imaging techniques to improve the assessment and management of Parkinson's disease (PD). Parkinson's is a complex neurological disorder characterized by a variety of motor and non-motor symptoms. Traditional assessment methods often lack the specificity needed for individualized treatment planning and monitoring.

The goal of this research is to develop and evaluate a VR-based system that visualizes personalized gesture-related data for Parkinson's patients. By creating immersive VR environments, the system aims to provide clinicians with insights into the unique motor patterns and challenges faced by individual patients.

Key elements of the Thesis include a systematic review around the fields of Parkinson's and Virtual Reality, the development of gesture recognition algorithms capable of capturing subtle motor abnormalities, the design of VR environments to visualize personalized data, and the evaluation of system effectiveness and user experience.

Through multidisciplinary collaboration and patient-centered design, this research seeks to advance personalized medical approaches to Parkinson's care. By empowering clinicians and patients with intuitive tools for visualization and data analysis, personalized visualization in VR promises to improve treatment outcomes and enhance patient engagement in Parkinson's management.

**Keywords:** Parkinson's, Virtual Reality, Personalised Visualisation, Gesture Recognition.





## Πίνακας Περιεχομένων

Ευχαριστίες.....	6
Περίληψη.....	7
Abstract.....	8
Πίνακας Περιεχομένων.....	9
Κατάλογος Εικόνων.....	10
Τεχνικοί Όροι και Συντομογραφίες .....	11
Εισαγωγή .....	12
1. Η Νόσος Πάρκινσον.....	13
1.1 Βασικές Πτυχές της Νόσου .....	13
1.2 Επίδραση της Νόσου στις Κινητικές Ικανότητες .....	17
1.3 Τρέχουσες Μέθοδοι Αντιμετώπισης και Βελτιώσεις που Χρειάζονται.....	19
2. Η Εικονική Πραγματικότητα.....	23
2.1 Η Εξέλιξη της Εικονικής Πραγματικότητας.....	23
2.2 Εφαρμογές της ΕΠ στον τομέα της υγείας.....	27
2.3 Χρήση της ΕΠ στη βελτίωση της κινητικότητας .....	33
2.4 Προκλήσεις και προοπτικές στη χρήση της ΕΠ.....	35
2.5 Το Λογισμικό Unity και η C# .....	36
2.6 Εκτύπωση 3D .....	40
3. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση .....	42
3.1 Δεδομένα και Λέξεις Κλειδιά .....	43
3.2 Ανάλυση Βιβλιογραφίας & PRISMA.....	47
3.3 Συμπεράσματα Βιβλιογραφίας .....	51
4. Εξατομικευμένη Οπτικοποίηση Χειρονομιών με ΕΠ.....	54
4.1 Ανάγκη για Εξατομικευμένες Λύσεις.....	55
4.2 Ενσωμάτωση των χειρονομιών στο περιβάλλον της ΕΠ .....	57
4.3 Πλεονεκτήματα και προκλήσεις της εξατομικευμένης οπτικοποίησης.....	59
5. Το Smart Glove και τα Δεδομένα της Εφαρμογής .....	62
5.1 Σχεδιασμός .....	62
5.2 Εφαρμογή mobPark & Πλατφόρμα Δεδομένων.....	67
6. Πειραματική Διαδικασία.....	71
6.1 Δεδομένα Parkinson .....	71
6.2 Εφαρμογή Υλοποίησης.....	73
7. Συμπεράσματα.....	90



7.1	Συμπεράσματα.....	90
7.2	Μελλοντικές Επεκτάσεις.....	91
	Βιβλιογραφία.....	93
	Πηγές Εικόνων.....	97

## Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1:	Το Δοκίμιο για την τρομώδη παράλυση.....	14
Εικόνα 2:	Deep Brain Stimulation (DBS).....	15
Εικόνα 3:	Substantia Nigra.....	16
Εικόνα 4:	Συμπτώματα Νόσου Πάρκινσον.....	16
Εικόνα 5:	Κινητικά και Μη Κινητικά Συμπτώματα.....	18
Εικόνα 6:	Κατηγορίες Φαρμάκων για Πάρκινσον.....	19
Εικόνα 7:	Μέθοδος Βαθιάς Εγκεφαλικής Διέγερσης.....	20
Εικόνα 8:	Ασκήσεις για Ασθενείς με Πάρκινσον.....	21
Εικόνα 9:	Η Εφαρμογή Sensorama.....	24
Εικόνα 10:	Η Συσκευή Sword of Damocles.....	24
Εικόνα 11:	Η Ταινία TRON.....	25
Εικόνα 12:	Το Virtual Boy της Nintendo.....	25
Εικόνα 13:	Το Oculus Quest 2.....	26
Εικόνα 14:	Εικονική Πραγματικότητα και Απτική Ανάδραση.....	27
Εικόνα 15:	Η Εικονική Πραγματικότητα στην Ιατρική.....	28
Εικόνα 16:	Η Εικονική Πραγματικότητα στο PSD.....	29
Εικόνα 17:	Τηλειατρική και Εικονική Πραγματικότητα.....	29
Εικόνα 18:	Χειρουργική Προσομοίωση με Εικονική Πραγματικότητα και Απτική Ανάδραση.....	30
Εικόνα 19:	Αποκατάσταση του Πόνου με VR.....	31
Εικόνα 20:	Θεραπεία έκθεσης VR.....	31
Εικόνα 21:	Εκπαίδευση με VR.....	32
Εικόνα 22:	Αποκατάσταση Εγκεφαλικής Βλάβης με VR.....	32
Εικόνα 23:	Εικονική Πραγματικότητα στην Τελεϊατρική.....	33
Εικόνα 24:	Κινητική Αποκατάσταση σε Κελί Εικονικής Πραγματικότητας.....	34
Εικόνα 25:	Το Λογισμικό Unity.....	37
Εικόνα 26:	Αρχική Σελίδα Unity.....	38
Εικόνα 27:	Το ScienceDirect.....	44
Εικόνα 28:	Το IEEEExplore.....	44
Εικόνα 29:	Το PubMed.....	45
Εικόνα 30:	Διάγραμμα Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης PRISMA.....	47
Εικόνα 31:	Οπτικοποίηση Χεριών σε VR Περιβάλλον.....	59
Εικόνα 32:	Λογότυπα Δράσης.....	62
Εικόνα 33:	Η Κατασκευή του SmartGlove.....	63
Εικόνα 34:	Το Τσιπ του SmartGlove.....	63
Εικόνα 35:	Αισθητήρες και Συνδεσμολογία SmartGlove.....	64
Εικόνα 36:	Τα Μέρη του SmartGlove.....	65
Εικόνα 37:	Βασική Λειτουργικότητα SmartGlove.....	65



Εικόνα 38: Δοκιμές με το SmartGlove .....	66
Εικόνα 39: Η Εφαρμογή Android του SmartGlove .....	67
Εικόνα 40: Οθόνη Καταγραφής.....	68
Εικόνα 41: Τα Μέρη της Android Εφαρμογής .....	68
Εικόνα 42: Η Πλατφόρμα Cloud .....	69
Εικόνα 43: Αρχική Σελίδα Πλατφόρμας και Μενού .....	70
Εικόνα 44: Εξαγωγή Γραφικών απο Δεδομένα του SmartGlove .....	72
Εικόνα 45: Δημιουργία .xlsx αρχείων με Δεδομένα του SmartGlove στην οποία φαίνονται 23 από τις 300 καταγραφές.....	72
Εικόνα 46: Περιβάλλον Ενημέρωσης Χρήστη.....	74
Εικόνα 47: Επιλογή Δεδομένων απο το Χρήστη.....	74
Εικόνα 48: Τα Μέρη του Εικονικού Χεριού.....	75
Εικόνα 49: Το XR Plug-in Management .....	75
Εικόνα 50: Διάγραμμα Οπτικοποίησης Κινήσεων .....	76
Εικόνα 51: Οι Τιμές στο Transform όλου του Χεριού .....	77
Εικόνα 52: Οι Τιμές στο Transform του Index Δαχτύλου .....	77
Εικόνα 53: Εντολή Επιλογής Προτίμησης Χρήστη .....	77
Εικόνα 54: Εκχώρηση Επιλογής Χρήστη.....	78
Εικόνα 55: Εισαγωγή αρχείων .xlsx .....	78
Εικόνα 56: Κώδικας Ανάγνωσης Αρχείων .xlsx .....	79
Εικόνα 57: Η Χρήση του Quaternions .....	80
Εικόνα 58: Εκχώρηση σε transform.rotation.....	80
Εικόνα 59: Το Εικονικό Χέρι ως Prefab .....	80
Εικόνα 60: Τα Σημεία του Εικονικού Χεριού.....	81
Εικόνα 61: Γραφικές Παραστάσεις Δεδομένων .....	83
Εικόνα 62: Προβολή Χεριού από Διάφορες Οπτικές.....	84
Εικόνα 63: Το Leap Motion.....	84
Εικόνα 64: Η Εκτύπωση της Βάσης του Leap .....	85
Εικόνα 65: Τοποθέτηση του Leap σε Meta Quest 2 .....	86
Εικόνα 66: Προβολή Χεριού μέσω του Leap.....	87
Εικόνα 67: Εξαγωγή Δεδομένων μέσω script και δημιουργία γραφικής παράστασης.....	88
Εικόνα 68: Το Περιβάλλον Καταγραφής.....	89

## Τεχνικοί Όροι και Συντομογραφίες

ΕΠ ή VR	Εικονική Πραγματικότητα
ΝΠ ή PD	Νόσος Πάρκινσον



## Εισαγωγή

Η νόσος του Πάρκινσον (ΝΠ) αποτελεί μία από τις πιο περίπλοκες νευρολογικές διαταραχές, που χαρακτηρίζεται από έναν αστερισμό κινητικών και μη κινητικών συμπτωμάτων που επηρεάζουν τα άτομα με ποικίλους και συχνά απρόβλεπτους τρόπους. Οι παραδοσιακές μέθοδοι αξιολόγησης της νόσου Πάρκινσον συχνά δεν μπορούν να αποτυπώσουν τις διαφοροποιημένες διακυμάνσεις των συμπτωμάτων που βιώνουν οι ασθενείς, εμποδίζοντας την ακρίβεια των στρατηγικών θεραπείας και των πρωτοκόλλων παρακολούθησης.

Η έλευση της τεχνολογίας της Εικονικής Πραγματικότητας (VR) ανοίγει πρωτοφανείς δρόμους για εξατομικευμένες παρεμβάσεις υγειονομικής περίθαλψης. Η παρούσα Διπλωματική εμβαθύνει στο καινοτόμο πεδίο της εξατομικευμένης απεικόνισης, εστιάζοντας συγκεκριμένα στις χειρονομίες των ασθενών με νόσο του Πάρκινσον, μέσα στο καθηλωτικό τοπίο της VR. Αξιοποιώντας τη δύναμη της εικονικής πραγματικότητας και τις προσαρμοσμένες τεχνικές οπτικοποίησης, ο στόχος είναι να φέρει επανάσταση στην αξιολόγηση και τη διαχείριση της νόσου του Πάρκινσον.

Μέσα από τον φακό της εξατομικευμένης οπτικοποίησης, η παρούσα Διπλωματική επιδιώκει να εμβαθύνει στη σύνθετη αλληλεπίδραση μεταξύ των συμπτωμάτων του Πάρκινσον, των μοναδικών κινητικών μοτίβων των ασθενών και του εξελισσόμενου θεραπευτικού τοπίου. Αξιοποιώντας προηγμένους αλγορίθμους στην αναγνώριση χειρονομιών και δημιουργώντας καθηλωτικά περιβάλλοντα VR, η έρευνα προσπαθεί να παράσχει στους κλινικούς γιατρούς ανεκτίμητες γνώσεις σχετικά με τις εξατομικευμένες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι ασθενείς με νόσο Πάρκινσον.

Τα βασικά στοιχεία αυτής της έρευνας περιλαμβάνουν μια συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για τη νόσο του Πάρκινσον, την ανάπτυξη πρωτοποριακών αλγορίθμων αναγνώρισης χειρονομιών, τον σχεδιασμό καθηλωτικών περιβαλλόντων VR για εξατομικευμένη οπτικοποίηση δεδομένων και την αυστηρή αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του συστήματος και της εμπειρίας του χρήστη.

Αυτή η διεπιστημονική διερεύνηση βασίζεται σε μια ασθενοκεντρική προσέγγιση, αναγνωρίζοντας τις διαφορετικές ανάγκες και εμπειρίες των ατόμων που ζουν με τη νόσο του Πάρκινσον. Ενισχύοντας τόσο τους κλινικούς γιατρούς όσο και τους ασθενείς με διαισθητικά εργαλεία για την οπτικοποίηση και την ανάλυση δεδομένων, η εξατομικευμένη οπτικοποίηση σε VR υπόσχεται τη βελτιστοποίηση των θεραπευτικών αποτελεσμάτων, την ενίσχυση της δέσμευσης των ασθενών και τελικά τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ατόμων που πάσχουν από τη νόσο του Πάρκινσον.

Στην ουσία, το ταξίδι προς την εξατομικευμένη οπτικοποίηση των χειρονομιών των ασθενών με νόσο του Πάρκινσον με τη χρήση VR αποτελεί ένα σημαντικό βήμα προς τα εμπρός στην αναζήτηση της ιατρικής ακριβείας και της ασθενοκεντρικής φροντίδας στον τομέα της νευρολογίας. Μέσω συνεργατικών ερευνητικών προσπαθειών και καινοτόμων τεχνολογικών λύσεων, η παρούσα εφαρμογή προσπαθεί να ξεκλειδώσει νέα σύνορα στη φροντίδα της νόσου του Πάρκινσον και να ανοίξει το δρόμο για ένα μέλλον όπου η υγειονομική περίθαλψη θα είναι πραγματικά προσαρμοσμένη στον άνθρωπο.



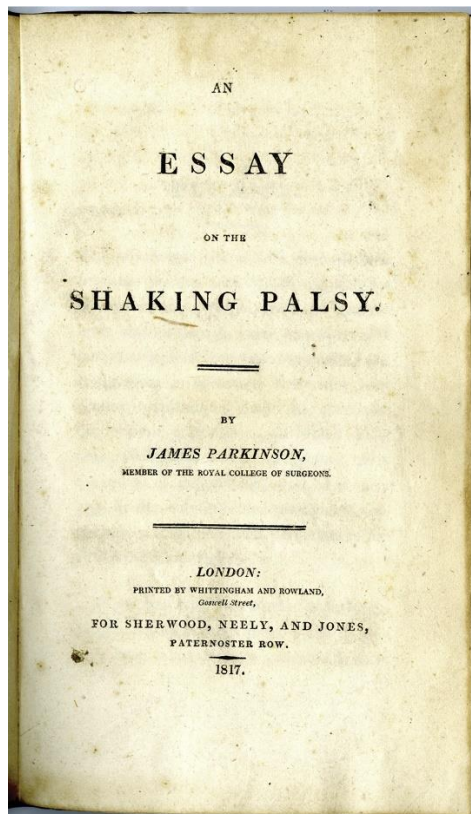
## 1. Η Νόσος Πάρκινσον

Η νόσος Πάρκινσον περιεγράφηκε για πρώτη φορά από τον Γαληνό το 175 μΧ με το όνομα “Τρομώδης Παράλυση” όπου διακρίθηκαν τα δύο αντιφατικά στοιχεία της, ως τρέμουλο για το υπερκινητικό μέρος και ως παράλυση για το υποκινητικό μέρος [1]. Χιλιάδες χρόνια μετά, το 1817 για πρώτη φορά η νόσος Πάρκινσον κάνει την εμφάνιση της μέσω του Τζέιμς Πάρκινσον με την μελέτη του με τίτλο “Δοκίμιο για την τρομώδη παράλυση” όπου περιγράφει με ακρίβεια και σαφήνεια όλα τα συμπτώματα της πάθησης. Το δοκίμιο αυτό παραμένει έως και σήμερα κομβικό σημείο στην ιστορία της νόσου, ενώ αποτέλεσε πρόκληση για ερευνητές και κλινικούς από το 19<sup>ο</sup> αιώνα έως και σήμερα στο να αποκρυπτογραφήσουν την νόσο, να κατανοήσουν την παθολογική βάση και να βρεθούν σύγχρονες θεραπείες. Πράγματι στο πεδίο του Πάρκινσον έχουν γίνει αξιοσημείωτες ανακαλύψεις τόσο στην διάγνωση όσο και στην θεραπεία της νόσου [2].

### 1.1 Βασικές Πτυχές της Νόσου

Οι ιστορικές ρίζες της νόσου του Πάρκινσον μπορούν να εντοπιστούν στους αρχαίους πολιτισμούς. Τα πρώιμα αρχεία από την αρχαία Ελλάδα και τη Ρώμη υπαινίσσονται παρατηρήσεις συμπτωμάτων που μοιάζουν με εκείνα της Πάρκινσον. Ωστόσο, μόλις τον 17ο και 18ο αιώνα εμφανίστηκαν πιο λεπτομερείς κλινικές περιγραφές. Τα έργα του Τζέιμς Πάρκινσον, συγκεκριμένα, έθεσαν μια θεμελιώδη κατανόηση αυτού που αργότερα θα ονομαζόταν νόσος του Πάρκινσον.

Το 1817, ο James Parkinson δημοσίευσε το "An Essay on the Shaking Parasy (Δοκίμιο για την Τρομώδη Παράλυση)", σηματοδοτώντας μια σημαντική στιγμή στην ιστορική αφήγηση του Πάρκινσον. Οι έντονες παρατηρήσεις του Πάρκινσον και οι σχολαστικές περιγραφές των χαρακτηριστικών κινητικών συμπτωμάτων, συμπεριλαμβανομένων του τρόμου και της βραδυκινήσιας, έθεσαν τις βάσεις για την επίσημη αναγνώριση της νόσου που θα φέρει το όνομά του.



Εικόνα 1: Το Δοκίμιο για την τρομάδη παράλυση

Στα τέλη του 19ου και στις αρχές του 20ου αιώνα σημειώθηκαν σημαντικά βήματα στη νευρολογία και την παθολογία, παρέχοντας βαθύτερες γνώσεις σχετικά με τους υποκείμενους μηχανισμούς της νόσου του Πάρκινσον. Οι συνεισφορές του Jean-Martin Charcot, ειδικά στη διαφοροποίηση της νόσου Πάρκινσον από άλλες κινητικές διαταραχές, και οι επακόλουθες εξελίξεις στις νευροπαθολογικές μελέτες, φώτισαν τις ανατομικές αλλαγές που σχετίζονται με τη νόσο.

Η δεκαετία του 1950 σηματοδότησε μια κομβική εποχή με την ανακάλυψη της ανεπάρκειας ντοπαμίνης στον εγκέφαλο ατόμων με νόσο του Πάρκινσον. Το πρωτοποριακό έργο του Arvid Carlsson για τη νευροδιαβίβαση της ντοπαμίνης έθεσε τα θεμέλια για την ανάπτυξη ντοπαμινεργικών θεραπειών, προαναγγέλλοντας μια νέα εποχή στη διαχείριση των συμπτωμάτων της νόσου Πάρκινσον.

Η ανακάλυψη της λεβοντόπα ως αποτελεσματικής θεραπείας για τα συμπτώματα της νόσου στη δεκαετία του 1960 αντιπροσώπευε μια επαναστατική ανακάλυψη. Οι Arvid Carlsson, Oleh Hornykiewicz και George Cotzias έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στην καθιέρωση της λεβοντόπα ως ακρογωνιαίο λίθο στη φαρμακοθεραπεία Πάρκινσον,

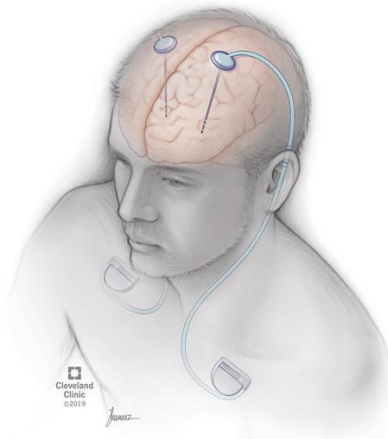




παρέχοντας ουσιαστική ανακούφιση στους ασθενείς και μεταμορφώνοντας το τοπίο της διαχείρισης της νόσου του Πάρκινσον.

Οι εξελίξεις στις τεχνολογίες νευροαπεικόνισης, ιδιαίτερα της τομογραφίας εκπομπής ποζιτρονίων (PET) και της μαγνητικής τομογραφίας (MRI), επέτρεψαν στους ερευνητές να εμβαθύνουν στις δομικές και λειτουργικές πτυχές του εγκεφάλου που επηρεάζεται από τη νόσο του Πάρκινσον. Επιπλέον, γενετικές μελέτες στα τέλη του 20ου αιώνα έριξαν φως στις οικογενείς μορφές της νόσου, ανοίγοντας το δρόμο για την καλύτερη κατανόηση των γενετικών υποστρωμάτων της νόσου.

Ο 21ος αιώνας συνεχίζει να είναι μάρτυρας μιας έκρηξης στην έρευνα για τη νόσο του Πάρκινσον, με έμφαση στην αποσαφήνιση των μοριακών μηχανισμών, στον εντοπισμό πιθανών βιοδεικτών και στην εξερεύνηση καινοτόμων θεραπευτικών στρατηγικών. Η βαθιά εγκεφαλική διέγερση (DBS) έχει αναδειχθεί ως μια ισχυρή παρέμβαση, η οποία παρέχει ανακούφιση σε ασθενείς που είναι ανθεκτικοί στη συμβατική φαρμακοθεραπεία [3].



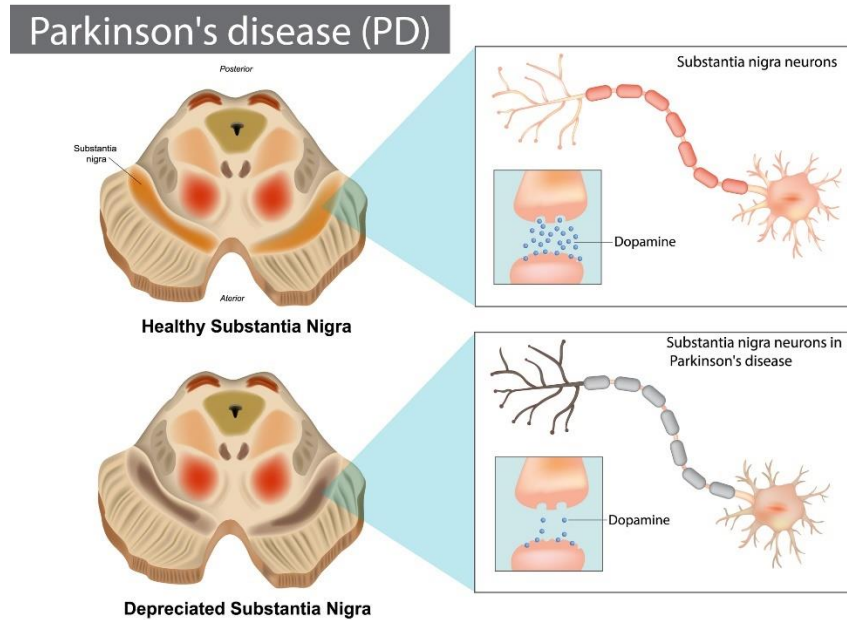
Εικόνα 2: Deep Brain Stimulation (DBS)

Με βάση τα προηγούμενα φτάνουμε στο σήμερα όπου η Νόσος Πάρκινσον αποτελεί μια χρόνια πολύπλοκη νευρολογική διαταραχή η οποία επηρεάζει το ανθρώπινο κινητικό σύστημα. Στα παθολογικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζονται είναι η απώλεια νευρονικών κυττάρων όπως η ουσία νίγκρα του εγκεφάλου και η μείωση παραγωγής ντοπαμίνης [4].

Η ουσία νίγκρα (substantia nigra) αναφέρεται στο μέσο της μεσοεγκεφαλικής κεφαλής. Στα λατινικά το νίγκρα σημαίνει μαύρο το οποίο αποτυπώνεται στην περιοχή εκείνη λόγω της μελανίνης δηλαδή ενός πιγμέντου (χημική ουσία χρωματικής έκφρασης) που



παράγεται στα νευρονικά κύτταρα. Η νίγκρα για την ακρίβεια περιέχει νευρονίους που παράγουν τη ντοπαμίνη, μια ουσία μετάδοσης νευρώνων που είναι ουσιώδης για τον έλεγχο της κινητικότητας, της συντονισμένης κίνησης και άλλων λειτουργιών.



Εικόνα 3: Substantia Nigra

Μέσα στα βασικά συμπτώματα της νόσου παρατηρούμε τον τρόμο, την ακαμψία, την βραδυκινησία και την κινητική αργία, ενώ ακόμη οι ασθενείς μπορεί να εμφανίσουν κατάθλιψη και ακαμψία προσώπου [5].

#### Parkinson's Disease Symptoms



Εικόνα 4: Συμπτώματα Νόσου Πάρκινσον





## 1.2 Επίδραση της Νόσου στις Κινητικές Ικανότητες

Η Νόσος Πάρκινσον, μια χρόνια νευρολογική διαταραχή, επηρεάζει δραστικά τις κινητικές ικανότητες των ατόμων που πάσχουν από αυτήν. Τα χαρακτηριστικά συμπτώματα όπως ο τρόμος, η ακαμψία και η βραδυκίνησια επιδρούν αρνητικά στη φυσική κίνηση και στην ικανότητα εκτέλεσης καθημερινών κινήσεων.

### **Κλασικά κινητικά συμπτώματα:**

**Τρόμος:** Ένα από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της νόσου Πάρκινσον είναι η παρουσία τρόμου ηρεμίας, που συνήθως παρατηρείται στα χέρια, στα δάχτυλα ή σε άλλα άκρα. Αυτές οι ρυθμικές ταλαντώσεις συμβαίνουν συχνά όταν το προσβεβλημένο άκρο είναι σε ηρεμία και μπορεί να υποχωρήσουν με σκόπιμη κίνηση.

**Βραδυκίνησια:** Η βραδυκίνησια, ή βραδύτητα της κίνησης, είναι ένα διάχυτο κινητικό σύμπτωμα στην νόσο. Οι ασθενείς βιώνουν μια σταδιακή μείωση της ικανότητας έναρξης και εκτέλεσης κινήσεων, που οδηγεί σε ένα χαρακτηριστικό ανακάτεμα βάδισμα και μειωμένη εκφραστικότητα του προσώπου.

**Ακαμψία:** Η μυϊκή δυσκαμψία ή ακαμψία είναι ένα κοινό σύμπτωμα, που συμβάλλει στην αίσθηση αντίστασης κατά την παθητική κίνηση. Η ακαμψία μπορεί να επηρεάσει διάφορες μυϊκές ομάδες, οδηγώντας σε δυσφορία και δυσκολίες στην εκτέλεση καθημερινών δραστηριοτήτων.

**Αστάθεια στάσης:** Τα άτομα με Πάρκινσον συχνά αντιμετωπίζουν δυσκολίες στη διατήρηση της ισορροπίας και μπορεί να είναι επιρρεπή σε πτώσεις. Η ορθοστατική αστάθεια γίνεται πιο έντονη καθώς η νόσος εξελίσσεται, απαιτώντας παρεμβάσεις για την πρόληψη ατυχημάτων [6].

### **Μη κινητικά συμπτώματα:**

**Γνωστική Εξασθένηση:** Η γνωστική έκπτωση αναγνωρίζεται όλο και περισσότερο ως μια σημαντική πτυχή της νόσου του Πάρκινσον. Οι ασθενείς μπορεί να αντιμετωπίσουν δυσκολίες με τη μνήμη, την προσοχή και τις εκτελεστικές λειτουργίες, επηρεάζοντας τις συνολικές γνωστικές τους ικανότητες.

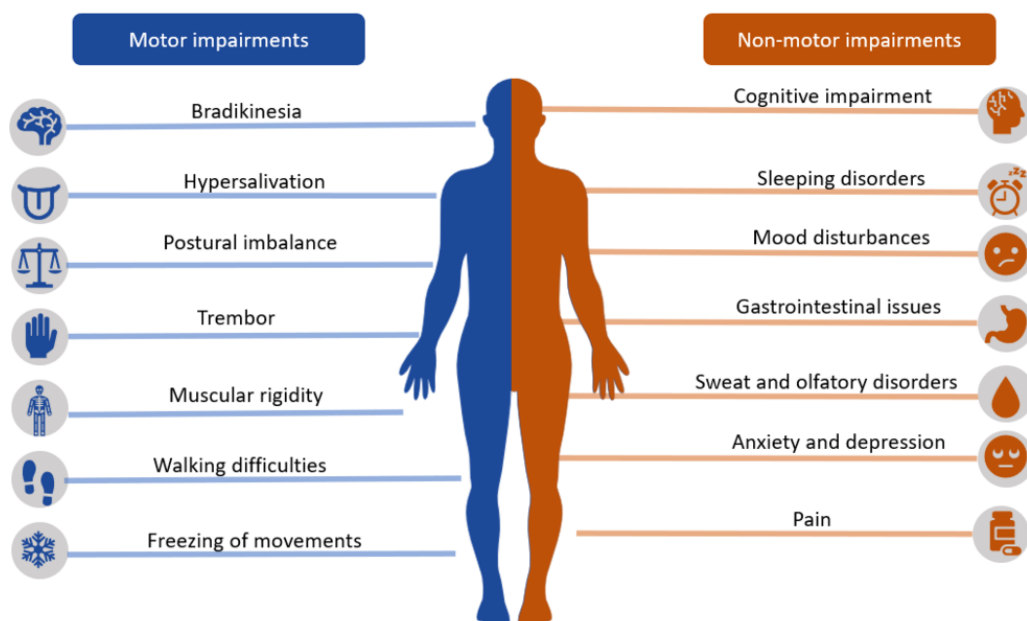


**Κατάθλιψη και Άγχος:** Τα ψυχολογικά συμπτώματα, συμπεριλαμβανομένης της κατάθλιψης και του άγχους, είναι διαδεδομένα στην νόσο. Η πολύπλοκη αλληλεπίδραση μεταξύ των ανισορροπιών των νευροδιαβιβαστών και του συναισθηματικού αντίκτυπου της ζωής με μια χρόνια πάθηση συμβάλλει σε αυτές τις προκλήσεις ψυχικής υγείας.

**Διαταραχές ύπνου:** Η νόσος Πάρκινσον συχνά διαταράσσει τα φυσιολογικά μοτίβα ύπνου, οδηγώντας σε δυσκολίες στον ύπνο, την παραμονή στον ύπνο ή την εμπειρία αποκατάστασης του ύπνου. Οι διαταραχές του ύπνου μπορούν να επιδεινώσουν άλλα συμπτώματα και να επηρεάσουν τη συνολική ποιότητα ζωής των ατόμων με PD.

**Αυτόνομη Δυσλειτουργία:** Η δυσλειτουργία του αυτόνομου νευρικού συστήματος εκδηλώνεται με διάφορους τρόπους, συμπεριλαμβανομένης της ορθοστατικής υπότασης, της δυσκοιλιότητας και των προβλημάτων του ουροποιητικού. Αυτά τα μη κινητικά συμπτώματα συμβάλλουν σημαντικά στη συνολική επιβάρυνση της νόσου του Πάρκινσον.

**Υποσμία:** Η μειωμένη αίσθηση όσφρησης, γνωστή ως υποσμία, είναι ένα κοινό μη κινητικό σύμπτωμα στην νόσο. Αυτή η οσφρητική δυσλειτουργία συχνά προηγείται των κινητικών συμπτωμάτων και μπορεί να χρησιμεύσει ως πρώιμος δείκτης της νόσου. [7].



Εικόνα 5: Κινητικά και Μη Κινητικά Συμπτώματα

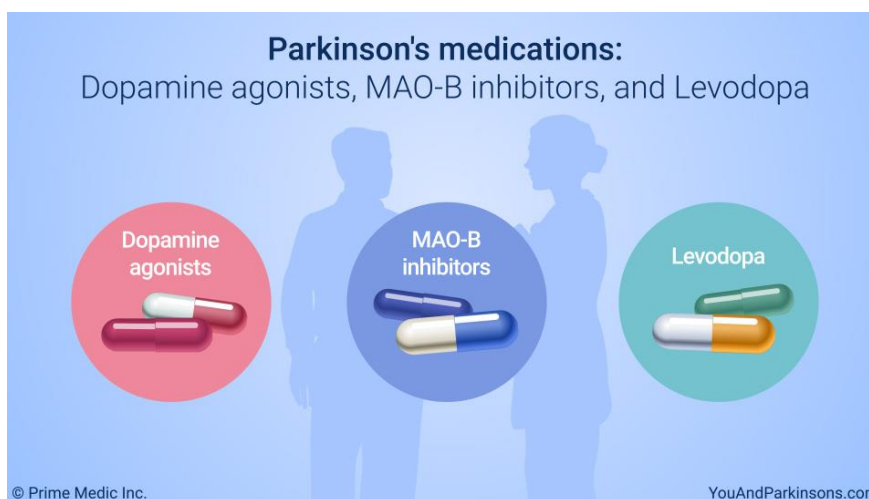


### 1.3 Τρέχουσες Μέθοδοι Αντιμετώπισης και Βελτιώσεις που Χρειάζονται

Παρά το γεγονός ότι έχουν εξελιχθεί οι μέθοδοι αντιμετώπισης της νόσου, υπάρχει συνεχώς μια ανάγκη για βελτιώσεις και προσαρμογές στις υπάρχουσες μεθόδους, όλα αυτά προφανώς συμβαίνουν γιατί μιλάμε για μια νόσο που μπορεί να εμφανίσει διαφορετικά δείγματα σε κάθε άνθρωπο γύρω από τα κοινά συμπτώματα. Οι ερευνητές επικεντρώνονται σε ποικίλες προσεγγίσεις για την αντιμετώπιση των κινητικών προβλημάτων και για την βελτίωση της ποιοτικής καθημερινότητας της ζωής των ανθρώπων με Πάρκινσον.

Στις τρέχουσες θεραπευτικές προσεγγίσεις αποτελούνται τα ακόλουθα:

- **Φάρμακα**
  - **Λεβοντόπα:** Το πιο αποτελεσματικό φάρμακο, αλλά η μακροχρόνια χρήση μπορεί να οδηγήσει σε επιπλοκές.
  - **Αγωνιστές της ντοπαμίνης:** Παρέχουν συμπτωματική ανακούφιση μιμούμενοι τις επιδράσεις της ντοπαμίνης.
  - **Αναστολείς της MAO-B και αναστολείς της COMT:** Ενισχύουν τις επιδράσεις της λεβοντόπα.

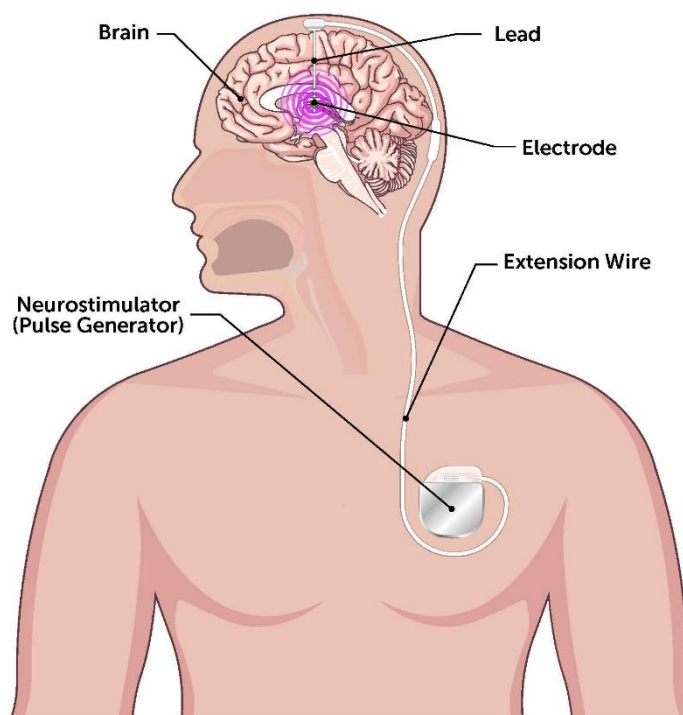


Εικόνα 6: Κατηγορίες Φαρμάκων για Πάρκινσον



- **Βαθιά εγκεφαλική διέγερση (DBS)**
  - **Χειρουργική επέμβαση** που περιλαμβάνει την εμφύτευση ηλεκτροδίων για τη ρύθμιση της μη φυσιολογικής εγκεφαλικής δραστηριότητας.
  - **Αποτελεσματική** στη διαχείριση των κινητικών συμπτωμάτων και στη βελτίωση της συνολικής ποιότητας ζωής.

### Deep Brain Stimulation (DBS)



Εικόνα 7: Μέθοδος Βαθιάς Εγκεφαλικής Διέγερσης

- **Φυσικοθεραπεία**
  - **Προγράμματα άσκησης** σχεδιασμένα για τη βελτίωση της κινητικότητας, της ευελιξίας και της ισορροπίας.
  - Μπορεί να βοηθήσει στη διαχείριση των συμπτωμάτων και να βελτιώσει τη συνολική **ευημερία**.



Εικόνα 8: Ασκήσεις για Ασθενείς με Πάρκινσον

- **Λογοθεραπεία και εργοθεραπεία:**

- Επικεντρώνεται στις επικοινωνιακές δεξιότητες και στις καθημερινές δραστηριότητες για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής [8].

Αυτές είναι οι πιο βασικοί μέθοδοι που έχουν εντοπιστεί για την αντιμετώπιση της νόσου ωστόσο υπάρχουν ορισμένες προκλήσεις οι οποίες έχουν τεθεί για την νόσο με στόχο την ποιοτική ζωή των ασθενών και την εξάλειψη της.

- **Τροποποίηση της νόσου**

Υπάρχει κρίσιμη ανάγκη για θεραπείες που μπορούν να επιβραδύνουν ή να σταματήσουν την εξέλιξη της νόσου.

- **Εξατομικευμένη ιατρική**

Ανάπτυξη θεραπειών προσαρμοσμένων στα άτομα βάσει γενετικών, περιβαλλοντικών παραγόντων και παραγόντων του τρόπου ζωής.

- **Μη κινητικά συμπτώματα:**

Αντιμετώπιση της γνωστικής παρακμής, της κατάθλιψης και των διαταραχών του ύπνου που σχετίζονται με την νόσο.



- **Προσιτότητα και προσβασιμότητα:**

Εξασφάλιση ότι οι προηγμένες θεραπείες είναι προσιτές σε ευρύτερο πληθυσμό.

- **Ελαχιστοποίηση των παρενεργειών:**

Μετριασμός των παρενεργειών της μακροχρόνιας χρήσης φαρμάκων, όπως δυσκινησίες και κινητικές διακυμάνσεις.

- **Καινοτόμες θεραπείες:**

Διερεύνηση νέων προσεγγίσεων, συμπεριλαμβανομένων των γονιδιακών θεραπειών και των νευροπροστατευτικών παραγόντων [9].

Καθώς εμβαθύνουμε στην κατανόηση των περιπλοκών της νόσου του Πάρκινσον, το σημερινό θεραπευτικό τοπίο σημειώνει πρόοδο, αλλά οι προκλήσεις παραμένουν. Η ανάγκη για ολιστικές, ασθενοκεντρικές και καινοτόμες προσεγγίσεις είναι προφανής για τη βελτίωση της ζωής των πασχόντων. Η συνεχής έρευνα, οι συνεργατικές προσπάθειες και οι εξελίξεις στην ιατρική τεχνολογία είναι απαραίτητες για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων.



## 2. Η Εικονική Πραγματικότητα

Η Εικονική Πραγματικότητα (VR), η οποία κάποτε περιοριζόταν στη σφαίρα της επιστημονικής φαντασίας, έχει εξελιχθεί ταχύτατα σε μια μετασχηματιστική τεχνολογία που αναδιαμορφώνει τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε και αλληλεπιδρούμε με τον ψηφιακό κόσμο. Στον πυρήνα της, η εικονική πραγματικότητα είναι μια καθηλωτική εμπειρία που μεταφέρει τους χρήστες σε τεχνητά, αλλά απίστευτα αληθοφανή περιβάλλοντα. Συνδυάζοντας άψογα το υλικό αιχμής και το εξελιγμένο λογισμικό, η Εικονική Πραγματικότητα βυθίζει τα άτομα σε μια εναλλακτική πραγματικότητα όπου τα όρια μεταξύ του φυσικού και του ψηφιακού εξαφανίζονται.

Η ουσία της Εικονική Πραγματικότητα έγκειται στην ικανότητά της να δημιουργεί μια αίσθηση παρουσίας, μεταφέροντας τους χρήστες σε κόσμους τόσο φανταστικούς όσο και πρακτικούς. Είτε εξερευνώντας την απεραντοσύνη του διαστήματος, είτε καταδυόμενοι στα βάθη του ωκεανού, είτε συμμετέχοντας σε ρεαλιστικές προσομοιώσεις εκπαίδευσης, η εικονική πραγματικότητα έχει τη δύναμη να προκαλεί συναισθήματα και αντιδράσεις σαν οι εμπειρίες να εκτυλίσσονται στη φυσική σφαίρα.

### 2.1 Η Εξέλιξη της Εικονικής Πραγματικότητας

Τον 19ο αιώνα, εφευρέτες όπως ο Charles Wheatstone εξερεύνησαν τη στερεοσκοπική θέαση, δημιουργώντας μια ψευδαίσθηση βάθους μέσω δισδιάστατων εικόνων. Αυτό έθεσε τις βάσεις για τις αρχές της εμβάπτισης και της αντίληψης βάθους που είναι ζωτικής σημασίας για μεταγενέστερες εξελίξεις VR.

Το Sensorama του Morton Heilig, που αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1960, ήταν μια πρώιμη απόπειρα εμπλοκής πολλαπλών αισθήσεων σε ένα προσομοιωμένο περιβάλλον. Περιείχε στερεοσκοπικά 3D γραφικά, ήχο surround, ακόμη και αρωματικά στοιχεία, προσφέροντας έναν πρόδρομο για τις καθηλωτικές πολυαισθητηριακές εμπειρίες που αναζητούνται στο σύγχρονο VR.





Εικόνα 9: Η Εφαρμογή Sensorama

Η δημιουργία της πρώτης οθόνης επί κεφαλής (HMD) από τον Ivan Sutherland το 1968 σηματοδότησε μια κομβική στιγμή. Η συσκευή, που ονομάστηκε «Sword of Damocles», έθεσε τα θεμέλια για την τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας που μπορεί να φορεθεί, επιτρέποντας στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με απλά περιβάλλοντα που δημιουργούνται από υπολογιστή.



Εικόνα 10: Η Συσκευή Sword of Damocles





Η δεκαετία του 1970 σημειώθηκε πρόοδος στα γραφικά υπολογιστών και τους προσομοιωτές πτήσης, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη ρεαλιστικών εικονικών περιβαλλόντων. Οι στρατιωτικές και αεροπορικές βιομηχανίες διαδραμάτισαν κρίσιμο ρόλο στη βελτίωση των τεχνολογιών VR για σκοπούς εκπαίδευσης και προσομοίωσης.

Η δεκαετία του 1980 έγινε μάρτυρας της εικονικής πραγματικότητας να εισέρχεται στη σφαίρα της λαϊκής κουλτούρας, με ταινίες όπως το "Tron" που απεικονίζουν καθηλωτικά ψηφιακά περιβάλλοντα. Αν και εξακολουθεί να ανήκει κυρίως στον τομέα της έρευνας και της βιομηχανίας, η ιδέα του VR αιχμαλώτισε τη φαντασία του κοινού.



Εικόνα 11: Η Ταινία TRON

Το Virtual Boy της Nintendo, που κυκλοφόρησε το 1995, είχε στόχο να φέρει το VR στην καταναλωτική αγορά. Ωστόσο, λόγω των τεχνολογικών περιορισμών και των ανησυχιών για την υγεία, αντιμετώπισε εμπορικές προκλήσεις, που οδήγησαν σε μια προσωρινή μείωση του ενδιαφέροντος για την εικονική πραγματικότητα στα τέλη της δεκαετίας του 1990.



Εικόνα 12: Το Virtual Boy της Nintendo



Ο 21ος αιώνας σηματοδότησε μια αναζωπύρωση του ενδιαφέροντος για την εικονική πραγματικότητα, λόγω των εξελίξεων στην υπολογιστική ισχύ, τις δυνατότητες γραφικών και τις τεχνολογίες αισθητήρων. Εταιρείες όπως η Oculus, που ιδρύθηκε το 2012, διαδραμάτισαν καθοριστικό ρόλο στην αναζωογόνηση της εικονικής πραγματικότητας και στην καθιστώντας την πιο προσιτή στους καταναλωτές.



*Εικόνα 13: Το Oculus Quest 2*

Η Εικονική Πραγματικότητα (VR) βρίσκεται στην πρώτη γραμμή των μετασχηματιστικών τεχνολογιών, παρέχοντας στους χρήστες μια απaráμιλλη, δημιουργημένη από υπολογιστή, καθηλωτική εμπειρία. Στον πυρήνα της, η εικονική πραγματικότητα έχει σχεδιαστεί για να μεταφέρει τα άτομα σε ένα προσομοιωμένο τρισδιάστατο περιβάλλον που μπορεί να είναι διαδραστικό και αληθοφανές. Αυτή η σαγηνευτική ψευδαίσθηση επιτυγχάνεται μέσω της ενσωμάτωσης εξελιγμένων στοιχείων υλικού και λογισμικού, με τα ακουστικά, τους αισθητήρες κίνησης και τις συσκευές απτικής ανατροφοδότησης να διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη δημιουργία μιας απρόσκοπτης αίσθησης παρουσίας [10]

Ο πρωταρχικός στόχος της εικονικής πραγματικότητας είναι να θολώσει τα όρια μεταξύ του φυσικού και του ψηφιακού κόσμου, επιτρέποντας στους χρήστες να εμπλέκονται με τεχνητά περιβάλλοντα σαν να ήταν απτά και πραγματικά. Η καθηλωτική φύση της εικονικής πραγματικότητας επιτρέπει όχι μόνο οπτικές αλλά και ακουστικές και, σε ορισμένες περιπτώσεις, απτικές αισθήσεις, ενισχύοντας τη συνολική αίσθηση ρεαλισμού.



Η τεχνολογία αυτή έχει εξελιχθεί ραγδαία, ξεπερνώντας τις αρχικές της ρίζες στα παιχνίδια και την ψυχαγωγία και βρίσκοντας εφαρμογές σε διάφορους τομείς.



Εικόνα 14: Εικονική Πραγματικότητα και Απτική Ανάδραση

Καθώς η τεχνολογία VR εξελίσσεται, οι δυνατότητες αναδιαμόρφωσης των ανθρώπινων αλληλεπιδράσεων με το ψηφιακό περιεχόμενο γίνονται ολοένα και πιο εμφανείς. Η συνεχής ανάπτυξη πιο ρεαλιστικών γραφικών, διαισθητικών διεπαφών και η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης υπόσχεται να προωθήσει την εικονική πραγματικότητα σε ακόμη περισσότερες πτυχές της καθημερινής μας ζωής. Από την επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο μαθαίνουμε και εργαζόμαστε έως τον επαναπροσδιορισμό της ψυχαγωγίας και των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων, η Εικονική Πραγματικότητα αποτελεί μια πρωτοποριακή δύναμη, ανοίγοντας το δρόμο για μια νέα εποχή βιοματικής πληροφορικής [11].

## 2.2 Εφαρμογές της ΕΠ στον τομέα της υγείας

Η Εικονική Πραγματικότητα (VR) έχει αναδειχθεί σε μετασχηματιστικό εργαλείο στον τομέα της υγείας, προσφέροντας καινοτόμες λύσεις σε διάφορους ιατρικούς τομείς. Από τη θεραπεία και την εκπαίδευση έως τη φροντίδα των ασθενών και την αποκατάσταση, οι εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας στην υγειονομική περίθαλψη επεκτείνονται με ταχείς ρυθμούς.



Στον τομέα της ιατρικής εκπαίδευσης και προσομοίωσης, η εικονική πραγματικότητα παρέχει ρεαλιστικά και καθηλωτικά περιβάλλοντα για φοιτητές και επαγγελματίες της ιατρικής. Οι χειρουργικοί προσομοιωτές επιτρέπουν την πρακτική εξάσκηση, ενισχύοντας τις χειρουργικές δεξιότητες και μειώνοντας την καμπύλη μάθησης. Αξιοσημείωτες συνεισφορές σε αυτόν τον τομέα περιλαμβάνουν την εργασία των Seymour et al. [12] σχετικά με την εκπαίδευση λαπαροσκοπικών χειρουργικών δεξιοτήτων με τη χρήση VR.



*Εικόνα 15: Η Εικονική Πραγματικότητα στην Ιατρική*

Η θεραπεία ασθενών και η αποκατάσταση έχουν επίσης γίνει μάρτυρες της ενσωμάτωσης της εικονικής πραγματικότητας. Προσφέρει διαδραστικές και ελκυστικές πλατφόρμες για σωματική και γνωστική αποκατάσταση. Για παράδειγμα, μελέτες όπως οι Laver et al. [13] διερευνούν την αποτελεσματικότητα της VR στην αποκατάσταση εγκεφαλικών επεισοδίων, αποδεικνύοντας τη δυνατότητά της να βελτιώσει την κινητική λειτουργία και να ενισχύσει την αποκατάσταση.

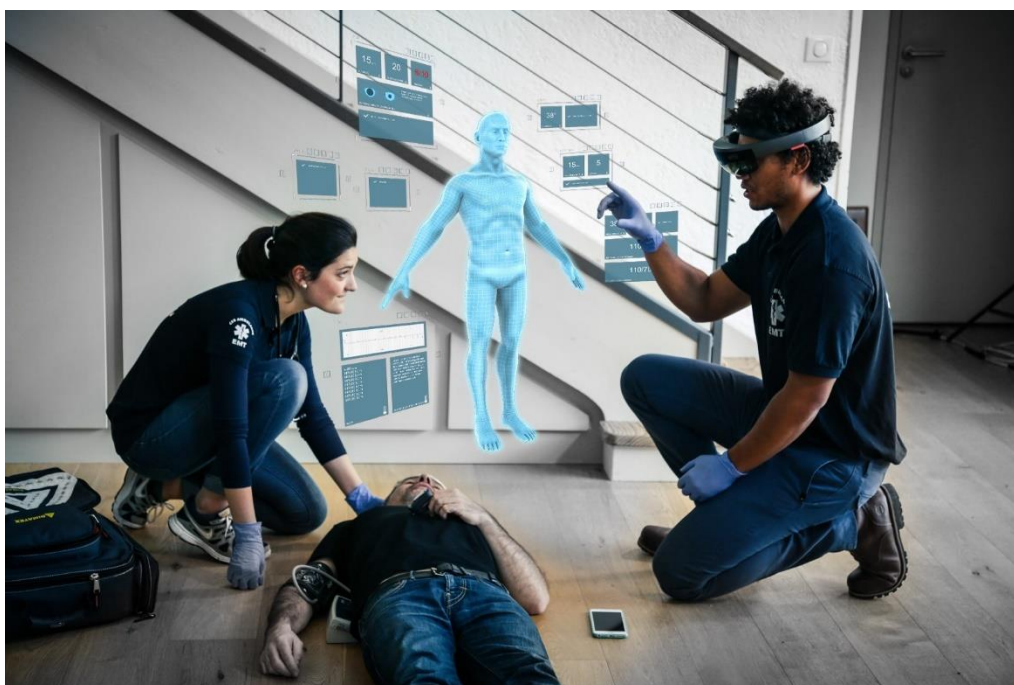
Στον τομέα της ψυχικής υγείας, η VR έχει δείξει ότι υπόσχεται θεραπεία έκθεσης για αγχώδεις διαταραχές και PTSD. Η έρευνα των Rothbaum et al. [14] υπογραμμίζει την αποτελεσματικότητα της θεραπείας έκθεσης με βάση την VR στη θεραπεία της διαταραχής μετατραυματικού στρες.





Εικόνα 16: Η Εικονική Πραγματικότητα στο PSD

Επιπλέον, η εικονική πραγματικότητα συμβάλλει στη διαχείριση του πόνου παρέχοντας καθηλωτική απόσπαση της προσοχής κατά τη διάρκεια ιατρικών διαδικασιών. Οι Hoffman et al. [15] διεξήγαγαν μελέτες που αποδεικνύουν πώς οι παρεμβάσεις VR μπορούν να ανακουφίσουν τον πόνο και το άγχος κατά τη διάρκεια ιατρικών θεραπειών, ιδίως για παιδιατρικούς ασθενείς.



Εικόνα 17: Τηλειατρική και Εικονική Πραγματικότητα

Η εφαρμογή της εικονικής πραγματικότητας στις απομακρυσμένες διαβουλεύσεις και την τηλεϊατρική κερδίζει έδαφος. Η VR επιτρέπει στους επαγγελματίες υγείας να διεξάγουν

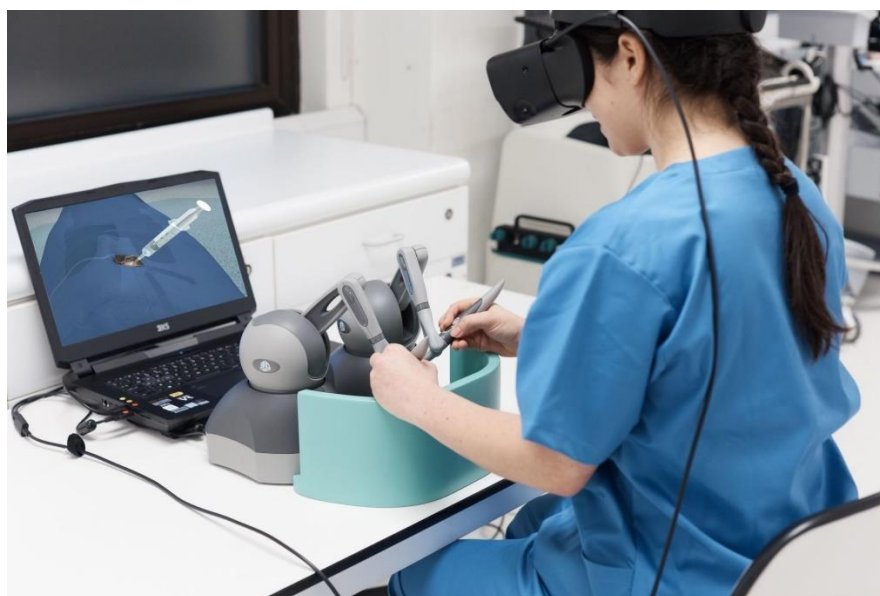


εικονικές διαβουλεύσεις, ενισχύοντας την προσβασιμότητα στις υπηρεσίες υγείας. Μια μελέτη των Jones και Morris [16] διερευνά τις δυνατότητες της εικονικής πραγματικότητας στην τηλεϊατρική, συζητώντας τον αντίκτυπό της στη φροντίδα και τα αποτελέσματα των ασθενών.

Αναλυτικότερα οι πιο διαδεδομένες χαρακτηριστικές εφαρμογές VR στο τομέα της Ιατρικής είναι:

### **Χειρουργική Εκπαίδευση και Προσομοίωση:**

Η Εικονική Πραγματικότητα προσφέρει καθηλωτικές χειρουργικές προσομοιώσεις που επιτρέπουν στους επαγγελματίες ιατρούς να εξασκηθούν και να βελτιώσουν τις δεξιότητές τους σε ένα περιβάλλον χωρίς κινδύνους. Οι ειδικευόμενοι χειρουργοί μπορούν να εκτελούν επεμβάσεις επανειλημμένα, αποκτώντας επάρκεια και αυτοπεποίθηση πριν εισέλθουν στο χειρουργείο.



*Εικόνα 18: Χειρουργική Προσομοίωση με Εικονική Πραγματικότητα και Απτική Ανάδραση*

### **Διαχείριση και αποκατάσταση του πόνου:**

Το VR έχει αποδειχθεί αποτελεσματικό στη διαχείριση του πόνου και την αποκατάσταση. Δημιουργώντας ελκυστικά εικονικά περιβάλλοντα, οι ασθενείς μπορούν να βυθιστούν σε δραστηριότητες που τους αποσπούν από τον πόνο, καθιστώντας το πολύτιμο εργαλείο για φυσικοθεραπεία και ασκήσεις αποκατάστασης.



Εικόνα 19: Αποκατάσταση του Πόνου με VR

### Θεραπεία έκθεσης για την ψυχική υγεία:

Το VR χρησιμοποιείται στη θεραπεία έκθεσης για καταστάσεις ψυχικής υγείας όπως φοβίες και διαταραχή μετατραυματικού στρες (PTSD). Οι ασθενείς μπορούν να αντιμετωπίσουν και να πλοηγηθούν σε εικονικά σενάρια που προσομοιώνουν τους φόβους τους, διευκολύνοντας μια ελεγχόμενη και θεραπευτική έκθεση.



Εικόνα 20: Θεραπεία έκθεσης VR

### Εκπαίδευση και Ενδυνάμωση Ασθενών:

Το VR παρέχει ένα ισχυρό εργαλείο για την εκπαίδευση των ασθενών, επιτρέποντας στα άτομα να εξερευνήσουν διαδραστικά τρισδιάστατα μοντέλα της ανατομίας ή των ιατρικών





τους καταστάσεων. Αυτό ενισχύει την κατανόηση και δίνει τη δυνατότητα στους ασθενείς να συμμετέχουν ενεργά στις αποφάσεις τους για τη θεραπεία.



Εικόνα 21: Εκπαίδευση με VR

### Γνωστική Αποκατάσταση και Νευρολογικές Διαταραχές:

Στον τομέα των νευρολογικών διαταραχών, το VR χρησιμοποιείται για τη γνωστική αποκατάσταση. Τα προσαρμοσμένα εικονικά περιβάλλοντα προκαλούν και διεγείρουν τις γνωστικές λειτουργίες, βοηθώντας άτομα με παθήσεις όπως εγκεφαλικό επεισόδιο, τραυματική εγκεφαλική βλάβη ή νευροεκφυλιστικές ασθένειες.



Εικόνα 22: Αποκατάσταση Εγκεφαλικής Βλάβης με VR

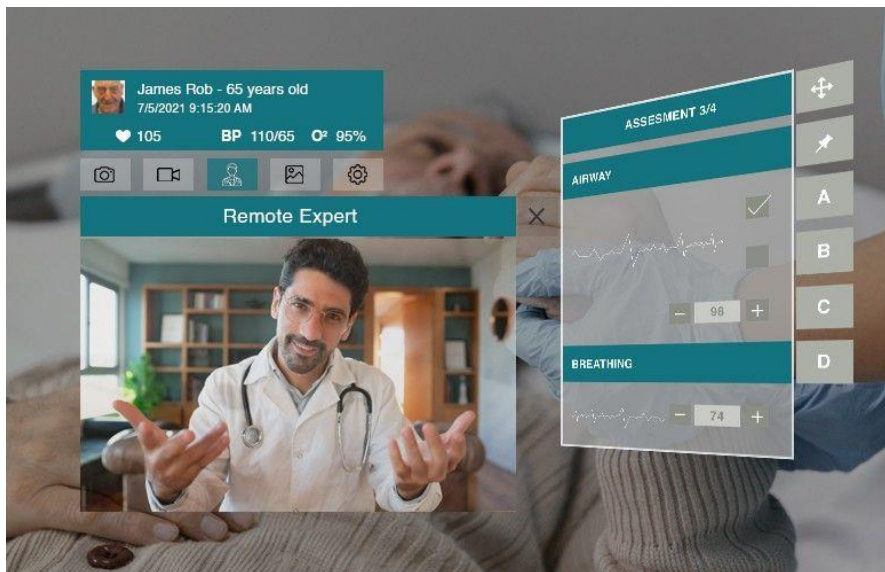
### Εικονική πραγματικότητα στην Τηλεϊατρική:

Η τηλεϊατρική έχει αγκαλιάσει την εικονική πραγματικότητα για να διευκολύνει τις εξ αποστάσεως διαβουλεύσεις και εξετάσεις. Οι ασθενείς μπορούν να χρησιμοποιήσουν





συσκευές VR για να συνδεθούν με επαγγελματίες υγείας, επιτρέποντας εικονικές αξιολογήσεις, διαγνωστικά, ακόμη και εικονικές κλήσεις κατ' οίκον [17].



Εικόνα 23: Εικονική Πραγματικότητα στην Τελεϊατρική

### 2.3 Χρήση της ΕΠ στη βελτίωση της κινητικότητας

Οι καινοτόμες εφαρμογές της Εικονικής Πραγματικότητας (VR) αναδιαμορφώνουν το τοπίο της βελτίωσης της κινητικότητας, προσφέροντας εξατομικευμένες και ελκυστικές παρεμβάσεις για άτομα που αντιμετωπίζουν κινητικές προκλήσεις. Ο καθηλωτικός και διαδραστικός χαρακτήρας της εικονικής πραγματικότητας παρέχει μια δυναμική πλατφόρμα για αποκατάσταση, εκπαίδευση και θεραπευτικές ασκήσεις που στοχεύουν στην ενίσχυση των φυσικών ικανοτήτων και της συνολικής κινητικότητας.

**Σωματική αποκατάσταση και ενίσχυση κινητικών δεξιοτήτων:** Οι παρεμβάσεις που βασίζονται στην εικονική πραγματικότητα στη φυσική αποκατάσταση έχουν αποδείξει ότι υπόσχονται σημαντικά τη βελτίωση των κινητικών δεξιοτήτων. Η μελέτη που διεξήχθη από τους Bohil et al. [18] υπογραμμίζει την προσαρμοστικότητα των ασκήσεων VR, δείχνοντας την αποτελεσματικότητά τους στην ενίσχυση της ισορροπίας, του συντονισμού και της κινητικής λειτουργίας. Η δυνατότητα προσαρμογής των ασκήσεων στις ανάγκες και την πρόοδο του ατόμου σηματοδοτεί ένα σημαντικό πλεονέκτημα στη διαδικασία αποκατάστασης.

**Εκπαίδευση βάδισης και βελτίωση της ισορροπίας:** Τα εικονικά περιβάλλοντα χρησιμεύουν ως ιδανικά περιβάλλοντα για την εκπαίδευση βάδισης και τις ασκήσεις



ισορροπίας. Η έρευνα των Mirelman et al. [19] διερευνά την εφαρμογή της εικονικής πραγματικότητας για τη βελτίωση της βάδισης και τη μείωση του κινδύνου πτώσεων, ιδίως μεταξύ των ηλικιωμένων ενηλίκων. Ο προσαρμόσιμος χαρακτήρας των προσομοιώσεων VR επιτρέπει τη στοχευμένη εκπαίδευση, προσφέροντας έναν ασφαλή και ελεγχόμενο χώρο για τα άτομα να εργαστούν πάνω στη βάδιση και την ισορροπία τους, μεταφράζοντας σε βελτιώσεις στον πραγματικό κόσμο.

**Νευροαποκατάσταση για επιζώντες εγκεφαλικού επεισοδίου:** Η εικονική πραγματικότητα διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στα προγράμματα νευροαποκατάστασης που έχουν σχεδιαστεί για επιζώντες εγκεφαλικών επεισοδίων. Οι Saprosnik et al. [20] εμβαθύνουν στις θετικές επιδράσεις των παρεμβάσεων VR στην κινητική αποκατάσταση μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο, δίνοντας έμφαση στη βελτίωση της βάδισης και της συνολικής κινητικότητας. Η προσαρμοστικότητα των ασκήσεων VR ανταποκρίνεται στις ειδικές ανάγκες και προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι επιζώντες από εγκεφαλικά επεισόδια, παρέχοντας μια παρακινητική και αποτελεσματική οδό για την αποκατάσταση.

**Επέκταση των δυνατοτήτων στην υποστηρικτική τεχνολογία:** Πέρα από την παραδοσιακή αποκατάσταση, η εικονική πραγματικότητα συμβάλλει στην ανάπτυξη καινοτόμων υποστηρικτικών τεχνολογιών. Τα συστήματα εικονικής πραγματικότητας σε συνδυασμό με συσκευές ανίχνευσης κίνησης προσφέρουν ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο και επιτρέπουν στα άτομα να εξασκούνται και να βελτιώνουν την κινητικότητα στην άνεση του σπιτιού τους. Αυτή η ενσωμάτωση επιτρέπει τη συνεχή παρακολούθηση της προόδου και ενθαρρύνει την αυτοκατευθυνόμενη προσέγγιση της αποκατάστασης.



Εικόνα 24: Κινητική Αποκατάσταση σε Κελί Εικονικής Πραγματικότητας



Καθώς η τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας συνεχίζει να εξελίσσεται, οι εφαρμογές της στη βελτίωση της κινητικότητας είναι έτοιμες να αυξηθούν. Η διεπιστημονική συνεργασία μεταξύ των προγραμματιστών τεχνολογίας, των επαγγελματιών υγείας και των ερευνητών διασφαλίζει ότι η εικονική πραγματικότητα παραμένει στην πρώτη γραμμή των μετασχηματιστικών λύσεων για τα άτομα που επιδιώκουν να βελτιώσουν την κινητικότητά τους και να ανακτήσουν την ανεξαρτησία τους.

## 2.4 Προκλήσεις και προοπτικές στη χρήση της ΕΠ

Παρά τις δυνατότητες μετασχηματισμού της Εικονικής Πραγματικότητας (VR), η ευρεία υιοθέτηση και εφαρμογή της αντιμετωπίζει αρκετές προκλήσεις που αξίζουν προσοχή. Η κατανόηση αυτών των εμποδίων είναι ζωτικής σημασίας για τη βελτίωση των τεχνολογιών VR και την αξιοποίηση του πλήρους δυναμικού τους σε διάφορους τομείς.

**Τεχνικές προκλήσεις και περιορισμοί υλικού:** Ένα από τα κύρια εμπόδια έγκειται στην αντιμετώπιση των τεχνικών περιορισμών και των περιορισμών υλικού των συσκευών VR. Ζητήματα όπως η ασθένεια κίνησης, η ταλαιπωρία και η ανάγκη για ισχυρούς υπολογιστικούς πόρους θέτουν προκλήσεις για τη δημιουργία μιας απρόσκοπτης και φιλικής προς τον χρήστη εμπειρίας. Οι συνεχείς εξελίξεις στον σχεδιασμό και την απόδοση του υλικού είναι επιτακτική ανάγκη για να ξεπεραστούν αυτά τα εμπόδια [21].

**Δημιουργία και τυποποίηση περιεχομένου:** Η ανάπτυξη υψηλής ποιότητας και ποικίλου περιεχομένου για εφαρμογές VR απαιτεί εξειδικευμένες δεξιότητες και πόρους. Η έλλειψη τυποποιημένων πρακτικών για τη δημιουργία περιεχομένου παρεμποδίζει τη διαλειτουργικότητα και περιορίζει την προσβασιμότητα των εμπειριών VR. Έρευνα των McMahan et al. [22] εμβαθύνει στις προκλήσεις της δημιουργίας περιεχομένου σε εικονικά περιβάλλοντα, τονίζοντας την ανάγκη για καθιερωμένες κατευθυντήριες γραμμές και πρότυπα.

**Προβλήματα δεοντολογίας και απορρήτου:** Η καθηλωτική φύση της εικονικής πραγματικότητας εγείρει ζητήματα δεοντολογίας και απορρήτου, ειδικά όσον αφορά τη συλλογή δεδομένων, την παρακολούθηση των χρηστών και την πιθανότητα ψυχολογικών επιπτώσεων. Η επίτευξη ισορροπίας μεταξύ της παροχής εξατομικευμένων εμπειριών και



της διαφύλαξης του απορρήτου των χρηστών είναι μια διαρκής πρόκληση που απαιτεί ηθικούς προβληματισμούς και ρυθμιστικά πλαίσια [23].

**Κόστος και προσβασιμότητα:** Το κόστος του υλικού και του λογισμικού VR παραμένει σημαντικό εμπόδιο στην ευρεία υιοθέτηση, ιδιαίτερα στην υγειονομική περίθαλψη, την εκπαίδευση και άλλους τομείς με περιορισμένους προϋπολογισμούς. Η γεφύρωση του χάσματος προσιτότητας και η διασφάλιση της δίκαιης πρόσβασης στις τεχνολογίες VR είναι κρίσιμες για την ευρύτερη ενσωμάτωσή τους στην κοινωνία [24].

**Προοπτικές και μελλοντικές κατευθύνσεις:** Παρά αυτές τις προκλήσεις, οι προοπτικές για την εικονική πραγματικότητα είναι ελπιδοφόρες. Η συνεχής έρευνα επικεντρώνεται στην αντιμετώπιση τεχνικών περιορισμών, στη βελτίωση των διαδικασιών δημιουργίας περιεχομένου και στη θέσπιση κατευθυντήριων γραμμών δεοντολογίας. Επιπλέον, οι πιθανές εφαρμογές της εικονικής πραγματικότητας στην εκπαίδευση, την υγειονομική περίθαλψη και διάφορες βιομηχανίες υπογραμμίζουν τον μετασχηματιστικό αντίκτυπό της. Οι συλλογικές προσπάθειες μεταξύ ερευνητών, προγραμματιστών και υπευθύνων χάραξης πολιτικής είναι το κλειδί για την απελευθέρωση του πλήρους δυναμικού της VR και την πλοήγηση στην εξέλιξή της τα επόμενα χρόνια.

## 2.5 Το Λογισμικό Unity και η C#

Το Unity 3D, μια κορυφαία στον κλάδο μηχανή ανάπτυξης παιχνιδιών, έχει επαναπροσδιορίσει το τοπίο των διαδραστικών εμπειριών, προσφέροντας μια ισχυρή και ευέλικτη πλατφόρμα για δημιουργούς σε όλο τον κόσμο. Κεντρικό στοιχείο της επιτυχίας του είναι η απρόσκοπτη ενσωμάτωση της γλώσσας προγραμματισμού C#, ενός δυναμικού συνδυασμού που έχει γίνει συνώνυμο της σύγχρονης ανάπτυξης παιχνιδιών.

### Unity 3D Engine:

Το Unity ξεχωρίζει για τη φιλική προς τον χρήστη διεπαφή, καθιστώντας την ανάπτυξη παιχνιδιών προσβάσιμη τόσο σε έμπειρους επαγγελματίες όσο και σε νεοφερμένους. Γνωστό για την ευελιξία του, το Unity εξυπηρετεί διάφορες πλατφόρμες, όπως επιτραπέζιους υπολογιστές, κινητά, κονσόλες και εικονική πραγματικότητα, παρέχοντας στους προγραμματιστές μια ενιαία λύση για τη δημιουργία συναρπαστικών και πολλαπλών πλατφορμών εμπειριών.



Εικόνα 25: Το Λογισμικό Unity

Στον πυρήνα του, το Unity απλοποιεί πολύπλοκες εργασίες όπως η απόδοση γραφικών, η διαχείριση προσθέτων, η υλοποίηση της φυσικής και ο χειρισμός των εισροών των χρηστών. Το Asset Store εντός του Unity διευκολύνει τη συνεργασία, προσφέροντας μια αγορά στους προγραμματιστές να μοιράζονται και να αποκτούν πρόσθετα, εργαλεία και προσθήκες, ενισχύοντας ένα ζωντανό οικοσύστημα με γνώμονα την κοινότητα.

Οι δυνατότητες απόδοσης του κινητήρα σε πραγματικό χρόνο συμβάλλουν στη δημοτικότητά του, επιτρέποντας στους προγραμματιστές να βλέπουν άμεσα αλλαγές και τροποποιήσεις, απλοποιώντας τη διαδικασία επαναληπτικού σχεδιασμού. Επιπλέον, η ευελιξία του Unity εκτείνεται πέρα από το gaming σε τομείς όπως η αρχιτεκτονική οπτικοποίηση, η εικονική πραγματικότητα (VR), η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) και οι προσομοιώσεις [25].

### **Γλώσσα προγραμματισμού C#:**

Η ενσωμάτωση της C# στο Unity είναι ένα καθοριστικό χαρακτηριστικό, που παρέχει στους προγραμματιστές μια ισχυρή και εκφραστική γλώσσα σεναρίου. Η C# ξεχωρίζει για την αναγνωσιμότητα, την αποτελεσματικότητα και το ισχυρό αντικειμενοστρεφές πρότυπο προγραμματισμού. Η απρόσκοπτη ενσωμάτωσή του με το Unity δίνει στους προγραμματιστές τη δυνατότητα να δημιουργούν αρθρωτό, διατηρήσιμο και αποτελεσματικό κώδικα.



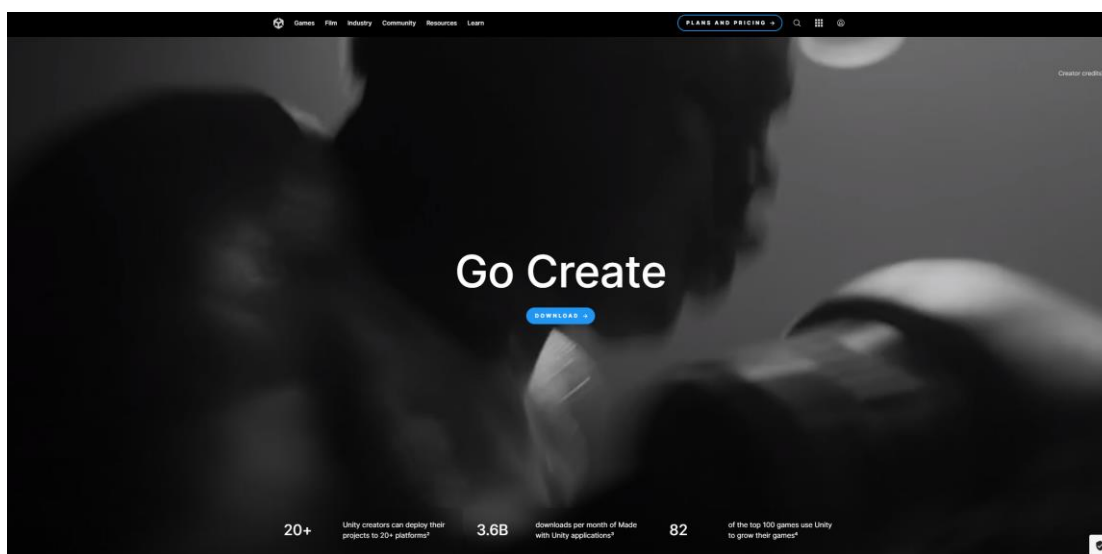


Το σενάριο C# στο Unity επιτρέπει την εφαρμογή περίπλοκων συμπεριφορών, τον χειρισμό στοιχείων του παιχνιδιού και τη δημιουργία διαφορετικών λειτουργιών. Από απλή μηχανική παιχνιδιών έως πολύπλοκα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης, η C# παρέχει την ευελιξία και την επεκτασιμότητα που απαιτούνται για ένα ευρύ φάσμα έργων. Ο χρόνος εκτέλεσης Mono, μια υλοποίηση πολλαπλών πλατφορμών του πλαισίου .NET, αποτελεί τη βάση της δέσμης ενεργειών C# στο Unity, διασφαλίζοντας τη συμβατότητα σε διάφορα λειτουργικά συστήματα.

Το scripting API (Διασύνδεση Προγραμματισμού Εφαρμογών) του Unity εκθέτει ένα τεράστιο σύνολο λειτουργιών και κλάσεων, επιτρέποντας στους προγραμματιστές να αλληλεπιδρούν με τις δυνατότητες του κινητήρα. Η φύση της C# στο Unity με γνώμονα τα συμβάντα διευκολύνει τις αποκριτικές και διαδραστικές εφαρμογές, βελτιώνοντας τη συνολική εμπειρία χρήστη.

### Εγκατάσταση και Χρήση του Unity

Το Unity είναι ένα δωρεάν και εύκολο στην χρήση και εγκατάσταση λογισμικό. Για την εγκατάσταση αρκεί να επισκεφτούμε τον ιστότοπο <https://unity.com/> και να επιλέξουμε PLANS AND PRICING.



Εικόνα 26: Αρχική Σελίδα Unity



## Βιβλιοθήκες και Πρόσθετα για την Ανάπτυξη της Εφαρμογής

Για την ανάπτυξη της εφαρμογής της εργασίας αυτής χρειάστηκε να γίνει εγκατάσταση ορισμένων βιβλιοθηκών και προσθετών όπως:

Το XR Interaction Toolkit του Unity είναι ένα εργαλείο που αναπτύχθηκε για τη δημιουργία διαδραστικών εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας (AR) και εικονικής πραγματικότητας (VR). Ανήκει στη σουίτα εργαλείων XR της Unity, η οποία στοχεύει στη διευκόλυνση της ανάπτυξης παιχνιδιών και εφαρμογών που χρησιμοποιούν διάφορες συσκευές και πλατφόρμες εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας.

Το XR Interaction Toolkit παρέχει διάφορα χρήσιμα χαρακτηριστικά και εργαλεία για τη διαχείριση των διαδραστικών στοιχείων στον χώρο του XR. Κάποια βασικά χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν:

- **Interactors** (Διαδραστικά Στοιχεία): Το XR Interaction Toolkit παρέχει ένα σύστημα interactors που επιτρέπει τη διαχείριση της αλληλεπίδρασης με αντικείμενα στον χώρο του XR. Αυτό συμπεριλαμβάνει τον έλεγχο της κίνησης, τον εντοπισμό και τον έλεγχο της ανίχνευσης αφής.
- **Τηλεμεταφορά** (Teleportation): Παρέχεται υποστήριξη για τηλεμεταφορά, επιτρέποντας στους χρήστες να μετακινούνται σε διαφορετικά μέρη του εικονικού χώρου.
- **Άρπαγμα** (Grabbing): Οι προγραμματιστές μπορούν να υλοποιήσουν λειτουργίες σύλληψης (grabbing) για τα αντικείμενα στον χώρο του XR, παρέχοντας ρεαλιστική αίσθηση ελέγχου.
- **Συμβάντα** (Events): Υποστηρίζει τη δημιουργία συμβάντων για τις διαδραστικές ενέργειες, όπως το πάτημα ενός κουμπιού ή η αφή ενός αντικειμένου.
- **Ενοποιημένο Σύστημα Είσοδου** (Unified Input System): Συνδέεται με το Ενοποιημένο Σύστημα Είσοδου της Unity, επιτρέποντας την εύκολη διαχείριση εισόδου από διάφορες συσκευές.

Το XR Interaction Toolkit κατασκευάστηκε για να βοηθήσει τους προγραμματιστές στη δημιουργία πλούσιων εμπειριών XR χωρίς την ανάγκη να ξεκινήσουν από το μηδέν. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι λεπτομέρειες και οι δυνατότητες του XR Interaction Toolkit μπορεί να εξελιχθούν με τις νέες εκδόσεις της Unity, επομένως είναι πάντα καλό να ελέγχουμε την τελευταία τεκμηρίωση και πηγές της Unity για τις πιο ενημερωμένες πληροφορίες.



Το ExcelDataReader είναι μια βιβλιοθήκη που χρησιμοποιείται για την ανάγνωση δεδομένων από αρχεία Excel σε περιβάλλον Unity. Η βιβλιοθήκη επιτρέπει τη διαβίβαση δεδομένων από φύλλα εργασίας Excel στην εφαρμογή Unity, προσφέροντας έτσι δυνατότητες ανάγνωσης και χρήσης αυτών των δεδομένων στην εφαρμογή.

Ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά του ExcelDataReader για Unity περιλαμβάνουν:

- **Υποστήριξη Μορφών Excel:** Η βιβλιοθήκη υποστηρίζει τις διάφορες μορφές αρχείων Excel, όπως .xls και .xlsx.
- **Εύκολη Χρήση:** Ο κώδικας για τη χρήση του ExcelDataReader είναι σχετικά απλός και κατανοητός. Επιτρέπει την εύκολη ενσωμάτωση της λειτουργικότητας ανάγνωσης δεδομένων στον κώδικα του Unity.
- **Εφαρμογές CSV:** Επιπλέον της ανάγνωσης από φύλλα εργασίας Excel, το ExcelDataReader μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάγνωση αρχείων CSV (Comma-Separated Values).
- **Συμβατότητα με Unity:** Η βιβλιοθήκη σχεδιάστηκε για να είναι συμβατή με το περιβάλλον του Unity, καθιστώντας την κατάλληλη για εφαρμογές που χρησιμοποιούν το Unity game engine.

Για να χρησιμοποιήσουμε το ExcelDataReader στο Unity, θα πρέπει να προσθέσουμε τη βιβλιοθήκη στον κώδικά μας. Συνήθως, αυτό γίνεται μέσω της εγκατάστασης ενός πακέτου από τον Unity Package Manager.

## 2.6 Εκτύπωση 3D

Για την υλοποίηση της εφαρμογής χρειάστηκε η εκτύπωση μιας βάσης για μια συσκευή LeapMotion.

Η εκτύπωση της βάσης έγινε σε Ultimaker S3 με υλικό PETG. Το PETG είναι ένας τύπος πολυμερούς πλαστικού που παρουσιάζει αρκετά χαρακτηριστικά που το καθιστούν κατάλληλο για διάφορες εφαρμογές.

- **Ανθεκτικότητα:** Το PETG είναι πολύ ανθεκτικό σε μηχανικές καταπονήσεις, κάνοντάς το κατάλληλο για εφαρμογές που απαιτούν ανθεκτικότητα και αντοχή.





- **Διάφαναση:** Το PETG έχει καλή διαφάνεια, παρόμοια με το ακρυλικό, που το καθιστά κατάλληλο για εφαρμογές που απαιτούν διαφανή ή ημιδιαφανή υλικά.
- **Ευκαμψία:** Είναι ευέλικτο και διαθέτει καλή ευκαμψία, γεγονός που το καθιστά κατάλληλο για εκτυπώσεις 3D όπου απαιτείται λίγη ελαστικότητα.
- **Αντίσταση σε Χημικά:** Είναι ανθεκτικό σε πολλά χημικά, όπως οι οξέα και οι βάσεις, προσθέτοντας στην ανθεκτικότητά του.
- **Αντοχή σε Υψηλές Θερμοκρασίες:** Το PETG μπορεί να αντέξει υψηλές θερμοκρασίες, καθιστώντας το κατάλληλο για εφαρμογές που απαιτούν αντοχή σε θερμότητα.
- **Ευκολία Εκτύπωσης 3D:** Είναι γνωστό για την ευκολία του στην εκτύπωση με τεχνολογία 3D, καθώς δεν χρειάζεται υψηλές θερμοκρασίες εκτύπωσης και διαθέτει καλή στρώσιμο.
- **Ανακυκλώσιμο:** Όπως και το πολυεστέραμινο (PET), το PETG είναι ανακυκλώσιμο.



### 3. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Η νόσος του Πάρκινσον (ΝΠ) είναι μια νευροεκφυλιστική διαταραχή που χαρακτηρίζεται από ένα φάσμα κινητικών και μη κινητικών συμπτωμάτων, επηρεάζοντας βαθιά την καθημερινή ζωή των ατόμων που έχουν διαγνωστεί. Καθώς οι συμβατικές θεραπείες στοχεύουν στην ανακούφιση των κινητικών συμπτωμάτων, οι αναδυόμενες τεχνολογίες προσφέρουν πολλά υποσχόμενες δυνατότητες για τη βελτίωση της συνολικής ποιότητας ζωής των ασθενών με Πάρκινσον. Μεταξύ αυτών των τεχνολογιών, η εικονική πραγματικότητα (VR) ξεχωρίζει ως ένα συναρπαστικό εργαλείο, παρέχοντας καθηλωτικά και διαδραστικά περιβάλλοντα που μπορούν να προσαρμοστούν στις ατομικές ανάγκες. Συγκεκριμένα, η ενσωμάτωση της εξατομικευμένης απεικόνισης χειρονομιών στο πλαίσιο της εικονικής πραγματικότητας ενέχει σημαντικές δυνατότητες για την αντιμετώπιση των κινητικών διαταραχών και την προώθηση θεραπευτικών παρεμβάσεων για τα άτομα που ζουν με τη νόσο του Πάρκινσον.

Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση διερευνά το εξελισσόμενο τοπίο της αξιοποίησης της τεχνολογίας VR για την οπτικοποίηση και την εξατομίκευση παρεμβάσεων που βασίζονται σε χειρονομίες για ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον. Η σύνθεση της υπάρχουσας έρευνας όχι μόνο αναδεικνύει την τρέχουσα κατάσταση της γνώσης, αλλά εντοπίζει επίσης κενά και δυνητικούς δρόμους για μελλοντική διερεύνηση. Εμβαθύνοντας στις διάφορες εφαρμογές, τις προκλήσεις και τα αποτελέσματα της εξατομικευμένης οπτικοποίησης χειρονομιών σε VR, η παρούσα ανασκόπηση έχει ως στόχο να συμβάλει στη συνεχιζόμενη συζήτηση σχετικά με την αξιοποίηση της τεχνολογίας για βελτιωμένες στρατηγικές αποκατάστασης στο πλαίσιο της νόσου του Πάρκινσον.

Οι επιλεγμένες μελέτες εκτείνονται σε διεπιστημονικές προσεγγίσεις, ενσωματώνοντας γνώσεις από τη νευρολογία, την επιστήμη της αποκατάστασης, την επιστήμη των υπολογιστών και την αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή. Μέσω μιας ολοκληρωμένης εξέτασης της βιβλιογραφίας, η παρούσα ανασκόπηση επιδιώκει να παράσχει μια διαφοροποιημένη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η εξατομικευμένη απεικόνιση χειρονομιών στην εικονική πραγματικότητα μπορεί να αξιοποιηθεί για την αντιμετώπιση των μοναδικών αναγκών και προκλήσεων που αντιμετωπίζουν οι ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον. Καθώς περιηγούμαστε στο υπάρχον ερευνητικό τοπίο, η σύνθεση των



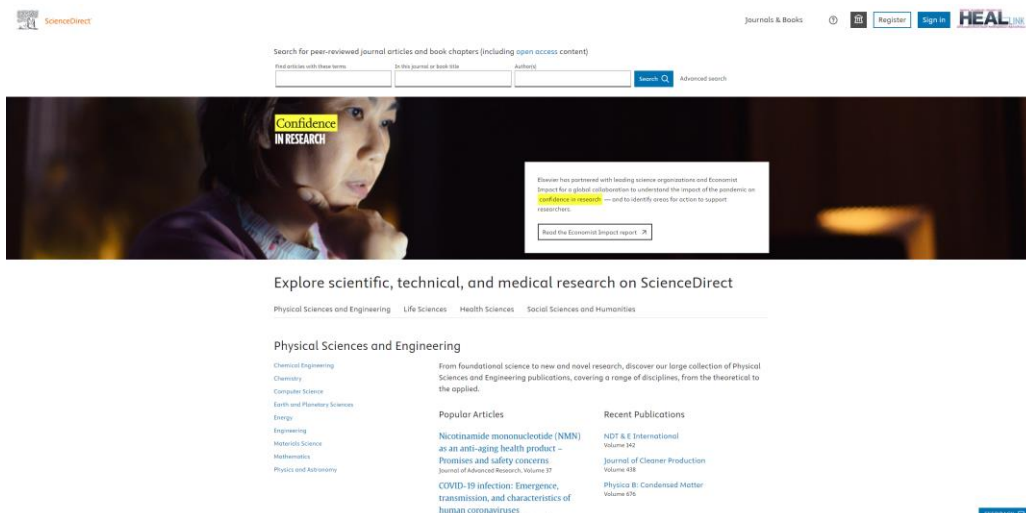
ευρημάτων θα προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες για ερευνητές, κλινικούς ιατρούς και τεχνολόγους που επενδύουν στη διασταύρωση της τεχνολογίας VR και της εξατομικευμένης υγειονομικής περίθαλψης για τη νόσο του Πάρκινσον.

### 3.1 Δεδομένα και Λέξεις Κλειδιά

Στην επιδίωξη κατανόησης του τρέχοντος τοπίου της εξατομικευμένης απεικόνισης χειρονομιών για ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον (PD) που χρησιμοποιούν εικονική πραγματικότητα (VR), πραγματοποιήθηκε μια ολοκληρωμένη αναζήτηση σε εξέχουσες ακαδημαϊκές βάσεις δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων των ScienceDirect, IEEE Xplore και PubMed. Το επιλεγμένο ερώτημα, (Parkinson OR Parkinson gestures) AND Virtual Reality AND visualization, είχε ως στόχο να συλλάβει ένα ευρύ φάσμα σχετικής βιβλιογραφίας. Παρακάτω θα περιγράψουμε την διαδικασία ανάκτησης δεδομένων, την επιλογή των λέξεων-κλειδιών και το σκεπτικό πίσω από τις επιλεγμένες μηχανές αναζήτησης.

- **ScienceDirect:**

Το ScienceDirect, ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο αποθετήριο άρθρων επιστημονικής και τεχνικής έρευνας, στο οποίο αναζητήθηκε συστηματικά χρησιμοποιώντας το καθορισμένο ερώτημα η σχετική βιβλιογραφία. Η εκτεταμένη κάλυψη πολυεπιστημονικών περιοδικών της πλατφόρμας την έκανε πολύτιμη πηγή για την εξερεύνηση της διασταύρωσης της εικονικής πραγματικότητας και της νόσου του Πάρκινσον. Η αναζήτηση στο ScienceDirect παρείχε πρόσβαση σε ένα ευρύ φάσμα μελετών, συμπεριλαμβανομένων εκείνων από τη νευρολογία, την επιστήμη των υπολογιστών και την επιστήμη αποκατάστασης, συμβάλλοντας στην ολιστική κατανόηση της εξατομικευμένης απεικόνισης χειρονομιών για ασθενείς με Πάρκινσον.



Εικόνα 27: To ScienceDirect

- **IEEE Xplore:**

Δεδομένης της έμφασης στην ηλεκτρική μηχανική, την επιστήμη των υπολογιστών και τα ηλεκτρονικά, το IEEE Xplore επιλέχθηκε για να ανακτήσει τεχνικές εργασίες και πρακτικά συνεδρίων που σχετίζονται με την ενσωμάτωση της εικονικής πραγματικότητας και την εξατομκευμένη απεικόνιση χειρονομιών για τη νόσο του Πάρκινσον. Η πλούσια συλλογή εκδόσεων IEEE της πλατφόρμας εξασφάλισε την εστίαση στις τεχνολογικές πτυχές και τις εξελίξεις στον τομέα, προσφέροντας πληροφορίες για την εφαρμογή των τεχνολογιών VR στην υγειονομική περίθαλψη.



Εικόνα 28: To IEEE Xplore



- **PubMed:**

Το PubMed, μια διάσημη βάση δεδομένων βιοϊατρικής βιβλιογραφίας, έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην ανάκτηση άρθρων με κλινική και προσανατολισμένη στην υγειονομική περίθαλψη οπτική. Η αναζήτηση στο PubMed είχε ως στόχο να συλλάβει μελέτες που όχι μόνο διερεύνησαν τις τεχνικές πτυχές της εξατομικευμένης απεικόνισης χειρονομιών, αλλά εμβαθύνουν επίσης στις κλινικές επιπτώσεις και τα θεραπευτικά αποτελέσματα για τους ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον.



Εικόνα 29: Το PubMed

- **Λέξεις-κλειδιά:**

Το επιλεγμένο ερώτημα ενσωμάτωσε ένα σύνολο λέξεων-κλειδιών που επιλέχθηκαν προσεκτικά για να ρίξουν ένα ευρύ δίκτυο, διασφαλίζοντας τη συμπερίληψη ποικίλης βιβλιογραφίας που σχετίζεται με την εξατομικευμένη απεικόνιση χειρονομιών για ασθενείς με Πάρκινσον σε περιβάλλοντα VR. Οι λέξεις-κλειδιά περιλάμβαναν "Parkinson", "Parkinson gestures", "Virtual Reality" και "Visualization". Ο λογικός συνδυασμός αυτών των λέξεων-κλειδιών είχε ως στόχο τον εντοπισμό μελετών που αντιμετωπίζουν τη διασταύρωση της νόσου του Πάρκινσον, τις παρεμβάσεις που βασίζονται σε χειρονομίες και τις εμπυθιστικές δυνατότητες της εικονικής πραγματικότητας.

Με βάση τα παραπάνω ακολουθήθηκε η λογική διαχείρισης των επιστημονικών άρθρων με την μέθοδο Prisma. Η Μέθοδος PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για τη συνοπτική ανασκόπηση ερευνητικών εργασιών στη βιβλιογραφία. Ειδικά στον τομέα της ιατρικής και της υγείας, η Μέθοδος PRISMA έχει γίνει πρότυπο για την οργάνωση και την αναφορά των συστηματικών ανασκοπήσεων και των μετα-αναλύσεων.



Η διαδικασία της Μεθόδου PRISMA ακολουθεί έναν αυστηρό σχεδιασμό που στοχεύει στην αντικειμενική και σαφή παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Η μέθοδος αυτή βοηθά τους ερευνητές να εξασφαλίσουν ότι η ανασκόπησή τους είναι συστηματική, διαφανής και πλήρης.

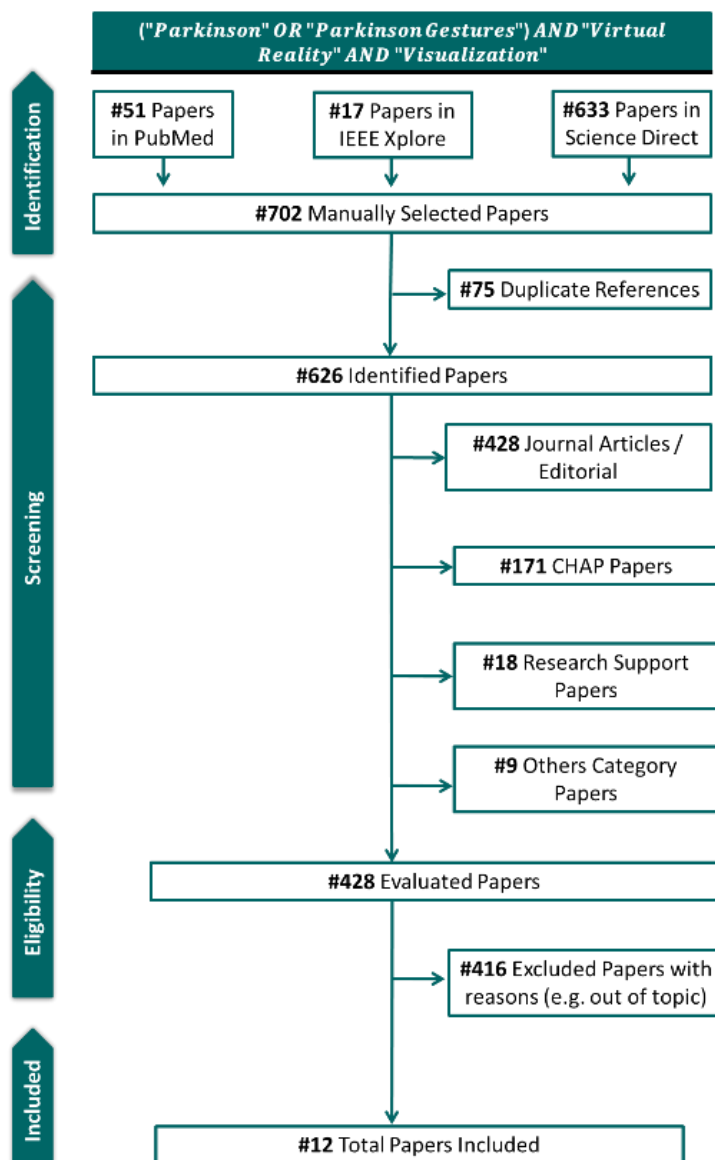
Οι βασικές αρχές της Μεθόδου PRISMA περιλαμβάνουν την εξής διαδικασία:

- **Σχεδιασμός του Πρωτοκόλλου:** Η ομάδα εργασίας καθορίζει προκαθορισμένα κριτήρια για τη συμπερίληψη ή την αποκλεισμό εργασιών από την ανασκόπηση.
- **Αναζήτηση Εργασιών:** Η ομάδα εργασίας αναζητά ερευνητικές εργασίες σύμφωνα με τα καθορισμένα κριτήρια και τα συμπεριλαμβάνει στη μελέτη.
- **Αξιολόγηση και Επιλογή Εργασιών:** Οι ερευνητές αξιολογούν την ποιότητα και την επικαιρότητα των εργασιών και αποφασίζουν ποιες θα περιληφθούν στη μελέτη.
- **Εξαγωγή Δεδομένων:** Οι ερευνητές εξάγουν δεδομένα από τις επιλεγμένες εργασίες με στόχο τη σύνθεση και την ανάλυση των αποτελεσμάτων.
- **Αναφορά Αποτελεσμάτων:** Τα αποτελέσματα αναφέρονται σύμφωνα με τις οδηγίες της Μεθόδου PRISMA, προσφέροντας μια σαφή και δομημένη παρουσίαση των ευρημάτων.

Η Μέθοδος PRISMA έχει συμβάλει στην αύξηση της ποιότητας και της αξιοπιστίας των συστηματικών ανασκοπήσεων και των μετα-αναλύσεων. Επιπλέον, βοηθά τους ερευνητές να παρέχουν στους αναγνώστες μια σαφή και πλήρη εικόνα της ερευνητικής διαδικασίας και των αποτελεσμάτων τους [26].

Με βάση τις παραπάνω πληροφορίες δημιουργήθηκε το ακόλουθο διάγραμμα το οποίο περιλαμβάνει όλη την βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε με βάση τις λέξεις κλειδιά.





Εικόνα 30: Διάγραμμα Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης PRISMA

### 3.2 Ανάλυση Βιβλιογραφίας & PRISMA

Όπως παρατηρείτε και στο PRISMA διάγραμμα που υλοποιήθηκε η βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε με βάση τις λέξεις κλειδιά "Parkinson", "Parkinson gestures", "Virtual Reality" και "Visualization" και με αναζήτηση σε όλες τις αναφερόμενες μηχανές αναζήτησης έφερε ως αποτέλεσμα την τελευταία δεκαετία να υπάρχουν 702 συνολικά άρθρα σχετικά με τις λέξεις κλειδιά, αναλυτικότερα τα τελευταία δέκα χρόνια στην μηχανή αναζήτησης:

- **PubMed** υπάρχουν: **51** άρθρα
- **IEEE Xplore** υπάρχουν: **17** άρθρα



- **ScienceDirect** υπάρχουν: **633** άρθρα

Ως δεύτερο βήμα (**Αναγνώριση**) στην βιβλιογραφική ανασκόπηση ήταν η εξαγωγή των Διπλότυπων άρθρων ή άρθρων με κοινό περιεχόμενο όπου συνολικά εντοπίστηκαν και αφαιρέθηκαν **75** άρθρα.

Στο τρίτο βήμα (**Διαλογή**) και έχοντας πλέον **626** άρθρα πραγματοποιήθηκε η κατηγοριοποίηση των άρθρων ως προς:

- **Άρθρα Περιοδικών: 428**
- **Άρθρα ή Poster Συνεδρίων (CHAP): 171**
- **Άρθρα Υποστήριξης της Έρευνας: 18**
- **Άλλη Κατηγορία Άρθρων: 9**

Επειδή η έρευνα μας στηρίζεται στην ανάπτυξη εφαρμογής η σύγκριση παρόμοιων ολοκληρωμένων εφαρμογών ήταν απαραίτητη για αυτό επιλέχθηκαν μόνο ολοκληρωμένα άρθρα περιοδικών.

Από τα πιο σημαντικά βήματα της συστηματικής ανασκόπησης είναι η **Επιλεξιμότητα** εκεί εξετάζουμε τα **428** άρθρα του προηγούμενου βήματος και κάνουμε **Αποδοχή** ή **Απόρριψη**. Τα κριτήρια αποδοχής ή απόρριψης προκύπτουν από την θεματολογία των άρθρων και την ομοιότητα του θέματος ως προς τις λέξεις κλειδιά που τέθηκαν.

Με βάση όλα τα προηγούμενα βήματα καταλήγουμε στα **Επιλεγμένα** Άρθρα όπου στην δική μας ανασκόπηση είναι **12**. Το γεγονός ότι ο τελικός αριθμός των επιλεγμένων άρθρων είναι σχετικά μικρός προέκυψε καθώς δεν εντοπίστηκε κανένα άρθρο με αντίστοιχη υλοποιημένη εφαρμογή οπτικοποίησης χειρονομιών Πάρκινσον σε Εικονική Πραγματικότητα ωστόσο επιλέχθηκαν σχετικά άρθρα ως προς την θεματολογία και μέρος της εφαρμογής.

Τα επιλεγμένα άρθρα παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Συγγραφείς	Χρονιά	Μεθοδολογία	Αποτελέσματα – Συμπεράσματα
Nardi F, Haar S, Faisal AA.	2023	Bill-EVR (Ενσωμάτωση Εικονικής Πραγματικότητας) για τη μελέτη των επιδράσεων της εικονικής πραγματικότητας στην κινητική απόδοση των ατόμων σε ένα παιχνίδι.	Τρεις φάσεις: φάση βάσης, μια φάση διαταραχής και μια τελική φάση εξάντλησης



B. Wei, Y. Fan, Y. Wu, S. Huang, L. Sun, Y. You, N. Yu.	2022	Προτάσεις και μέθοδοι για συμπτώματα και επιδράσεις που προκαλούνται από την εικονική πραγματικότητα (VRISE)	Η εξέλιξη και η βελτίωση της εμπειρίας της εικονικής πραγματικότητας πρέπει να συνοδεύονται από έρευνα που να επικεντρώνεται στη μείωση της VRISE και την αύξηση της αποδοχής και της ασφάλειας της τεχνολογίας VR.
J. M. Mota, R. Baena-Pérez, I. Ruiz-Rube, M. J. P. Duarte, A. Ruiz-Castellanos, J. M. Correro-Barquín.	2021	Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας με χρήση κινητού και παιχνίδια με την χρήση των χεριών.	Μέσω της εφαρμογής σχεύεται η βελτίωση του συντονισμού των κινήσεων και της αφομοίωσης καθημερινών εννοιών όπως το μαγείρεμα ή το ντύσιμο.
Amirthalingam J, Paidi G, Alshowaikh K, Iroshani Jayarathna A, Salibindla DBAMR, Karpinska-Leydier K, Ergin HE.	2021	Εφαρμογή αποκατάσταση με βάση την εικονική πραγματικότητα	Ευνοϊκά αποτελέσματα στην αποκατάσταση της κινητικής λειτουργίας, ιδίως στα άνω άκρα και στα κάτω άκρα για την ισορροπία, τη βάδιση και τη στάση του σώματος
Turner TH, Atkins A, Keefe RSE.	2021	Ανασκόπηση των φακέλων ασθενών που ακολουθήθηκαν σε ένα κλινικό κέντρο κινητικών διαταραχών τριτοβάθμιας φροντίδας για ασθενείς με ιδιοπαθή νόσο του Πάρκινσον (ΝΠ) και που αναφέρθηκαν για νευροψυχολογική αξιολόγηση.	Προσωρινή υποστήριξη για το VRFCAT-SL ως ένα αποτελεσματικό εργαλείο για την απόκτηση μιας γενικής εκτίμησης της λειτουργικής γνωστικής ικανότητας σε ασθενείς με μέτρια προχωρημένο ΝΠ.
L. C. de Oliveira, E. A. Lamounier, A. O. Andrade, R. A. Lopes, S. C. da Costa, I. S. de Oliveira, J. A. S. Carneiro, P. Daibert, A. Cardoso.	2020	Ρεαλιστικό παιχνίδι Εικονικής Πραγματικότητας πρόκλησης για πραγματοποίηση κινήσεων αποκατάστασης.	Η συνδυασμένη χρήση της εφαρμογής και της ορθόστασης του καρπού μπορεί να αποτελέσει μια καινοτόμα και αποτελεσματική προσέγγιση στην αποκατάσταση και τη θεραπεία των ατόμων με Πάρκινσον.



E. Ružický, J. Lacko, J. Štefanovič, J. Hlaváč, M. Šramka.	2020	Επεξεργασία και οπτικοποίηση δεδομένων στον τομέα της ιατρικής σε ένα πολλαπλών χρηστών περιβάλλον με τεχνητή νοημοσύνη	Σύστημά για λύσεις για τη διάγνωση και τη θεραπεία ορισμένων ασθενειών του κεντρικού νευρικού συστήματος
Y. -W. Wang, C. -H. Chen, Y. -C. Lin.	2020	Αποτελεσματικότητα μιας εικονικής παιχνιδιοθεραπείας σε Επαυξημένη Πραγματικότητα στη βελτίωση της ισορροπίας και της ικανότητας περπατήματος σε ασθενείς με Νόσο του Parkinson	Μέτρηση Berg Balance Scale (BBS), κλίμακας Activities-specific Balance Confidence (ABC), απόστασης βημάτων και ανύψωση των ποδιών. Οι ασθενείς ανέφεραν αυξημένη αυτοπεποίθηση στην ισορροπία τους και τη δυνατότητα να εκτελέσουν ορισμένες ενέργειες που είχαν αποφύγει προηγουμένως μετά την πρακτική τους στην ικανότητα περιστροφής στο παιχνίδι.
M. A. Cidota, P. J. M. Bank, S. G. Lukosch.	2019	Συστάσεις για το σχεδιασμό ελκυστικών παιχνιδιών AR για την αντικειμενική αξιολόγηση των άνω άκρων κινητικής δυσλειτουργίας	Εστίαση σε στοιχεία ελέγχου, ευχρηστίας και χαρακτηριστικά που διευκολύνουν την εμπλοκή σε παιχνίδια AR για αντικειμενική αξιολόγηση
M. A. Cidota, S. G. Lukosch, P. J. M. Bank, P. W. Ouwehand.	2017	Σύνολο τριών παιχνιδιών σε Επαυξημένη Πραγματικότητα για την κινητική δυσλειτουργία του άνω μέρους του σώματος	Αντικειμενική και ποσοτική μέτρηση της ανθρώπινης κινητικής λειτουργίας σε ένα ελεγχόμενο και ελκυστικό περιβάλλον που προσφέρει τη δυνατότητα εκτέλεσης μιας ποικιλία κινήσεων.
R. Gallagher, W. G. Werner, H. Damodaran, J. E. Deutsch.	2015	Ανάπτυξη ενός εικονικού περιβάλλοντος για την προσομοίωση ποδηλασίας, με στόχο την εξέταση της επίδρασης διαφόρων ερεθιστικών (οπτικά, ακουστικά, επιστροφικά, καθοδηγούμενης προσοχής) στην απόδοση των συμμετεχόντων.	Τρόπο που άτομα με Νόσο του Parkinson (PD) και ηλικιωμένοι εναλλάσσουν το ρυθμό πεταλιάς τους σε ένα εικονικό περιβάλλον σε αντίδραση σε σήματα, ανάδραση και καθοδήγηση προσοχής.
Zhao Y, Heida T, van Wegen EE, Bloem BR, van Wezel RJ.	2015	Ανάλυση των δημόσιων απόψεων σχετικά με τα έξυπνα γυαλιά και τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να συμβάλουν στην ποιότητα ζωής των ανθρώπων που ζουν με Πάρκινσον.	Τα έξυπνα γυαλιά έχουν το δυναμικό να βοηθήσουν στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ατόμων που ζουν με νόσο του Πάρκινσον (ΝΠ)



### 3.3 Συμπεράσματα Βιβλιογραφίας

Με βάση τα παραπάνω άρθρα και όλη την βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε παρατηρήθηκαν αξιολογικές μελέτες όπως, η μελέτη Bill-EVR: An Embodied Virtual Reality Framework for Reward-and-Error-Based Motor Rehab-Learning [27] η οποία παρουσιάζει ένα πλαίσιο ενσωματωμένης εικονικής πραγματικότητας σχεδιασμένο για την εκμάθηση της κινητικής αποκατάστασης. Μέσα από την εφαρμογή που αναπτύχθηκε στην μελέτη του Bill-EVR αναδεικνύονται οι δυνατότητες που μπορεί να προσφέρει η Εικονική Πραγματικότητα σε συνδυασμό με την Μηχανική Μάθηση, η οποία μπορεί να προσφέρει ανατροφοδότηση για την επιτυχία ή μη του σεναρίου. Ένα ερώτημα που απασχολεί τους χρήστες της Εικονικής Πραγματικότητας είναι οι ανησυχίες και τα συμπτώματα που προκαλούνται από την χρήση της Εικονικής Πραγματικότητας, στην ολοκληρωμένη μελέτη με τίτλο Virtual Reality Induced Symptoms and Effects: Concerns, Causes, Assessment & Mitigation [28] αναλύθηκαν όλα τα χαρακτηριστικά της τεχνολογίας αυτή και πραγματοποιήθηκαν προτάσεις για την ευημερία και την άνεση των χρηστών, κάτι το οποίο λάβαμε υπόψιν για την ανάπτυξη της εφαρμογής της εργασίας αυτής. Από την άλλη μεριά ένα σύστημα Χωρικής Επαυξημένης Πραγματικότητας ειδικά σχεδιασμένο για να διευκολύνει την αποκατάσταση ατόμων με νόσο Πάρκινσον παρουσιάστηκε στο άρθρο με τίτλο Spatial Augmented Reality System with functions focused on the rehabilitation of Parkinson's patients [29], δείχνοντας ότι ο όρος xR η ομπρέλα δηλαδή των τεχνολογιών της Εικονικής, Επαυξημένης και Μικτής Πραγματικότητας είναι πολλά υποσχόμενος στις δυνατότητες που προσφέρει. Η εργασία Virtual Reality Intervention to Help Improve Motor Function in Patients Undergoing Rehabilitation for Cerebral Palsy, Parkinson's Disease, or Stroke: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials [30], η οποία συμμετείχε με κομβικό ρόλο στην υλοποίηση της εργασίας αυτής είναι μια Συστηματική Ανασκόπηση της αποτελεσματικότητας των παρεμβάσεων Εικονικής Πραγματικότητας για την βελτίωση της Κινητικής λειτουργίας ασθενών που υποβάλλονται σε αποκατάσταση για διάφορες νόσους. Τα ευρήματα του άρθρου αυτού υπογραμμίζουν την ανάγκη βέλτιστων παραμέτρων παρέμβασης της Εικονικής Πραγματικότητας και των μακροπρόθεσμων αποτελεσμάτων σε πλαίσια νευρολογικής αποκατάστασης. Η εργασία Virtual Reality Functional Capacity Assessment Tool (VRFCAT-SL) in Parkinson's Disease [31] αναφέρεται σε ένα εργαλείο αξιολόγησης της λειτουργικής ικανότητας εικονικής πραγματικότητας (VRFCAT-SL), ειδικά προσαρμοσμένο για την αξιολόγηση των λειτουργικών ικανοτήτων σε άτομα με



Πάρκινσον. Η εφαρμογή αυτή αξιοποιεί της δυνατότητα της καθήλωσης για την προσομοίωση πραγματικών σεναρίων επίσης στην εργασία αυτή γίνεται καταγραφή κινητικότητας, των δραστηριοτήτων της καθημερινής ζωής, της εκτελεστικής λειτουργίας και της κοινωνικής αλληλεπίδρασης. Κάτι πολύ σημαντικό που πραγματοποιείται στο άρθρο αυτό είναι η διερεύνηση της σκοπιμότητας και της αποδοχής της Εικονικής Πραγματικότητας από τους ασθενείς αλλά και των επαγγελματιών υγείας. Μια μελέτη με τίτλο Application of Serious Games based on Virtual Reality for Rehabilitation of Patients with Parkinson's Disease through a Wrist Orthosis [32] αναφέρεται στην χρήση Σοβαρών Παιχνιδιών που βασίζονται στην τεχνολογία της Εικονικής Πραγματικότητας για την αποκατάσταση ασθενών με νόσο του Πάρκινσον, τα οποία χρησιμοποιούν μια ορθωτική διάταξη καρπού η οποία αναδεικνύει την χρήση της διά δράσης μέσα σε ένα Εικονικό Περιβάλλον στο να προσφέρει δυνατότητες αποκατάστασης. Μια καινοτόμο προσέγγιση παρουσιάζετε στην εργασία Processing and Visualization of Medical Data in a Multiuser Environment Using Artificial Intelligence [33] για την επεξεργασία και την οπτικοποίηση ιατρικών δεδομένων σε ένα περιβάλλον πολλαπλών χρηστών. Αξιοποιώντας τις δυνατότητες της Τεχνητής Νοημοσύνης μας δείχνει ότι η χρήση της τεχνολογίας αυτής θα φέρει μεγάλες δυνατότητας στην ανίχνευση των νευρολογικών διαταραχών. Σε μια ακόμη εργασία με τίτλο Balance Rehabilitation System for Parkinson's Disease Patients based on Augmented Reality [34] ένα νέο σύστημα αποκατάστασης της ισορροπίας ειδικά προσαρμοσμένο για ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον, αξιοποιώντας την τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας (AR), στοχεύει στην αντιμετώπιση των μοναδικών προκλήσεων που σχετίζονται με τις διαταραχές της ισορροπίας στα άτομα με Πάρκινσον, προσφέροντας εξατομικευμένες και ελκυστικές εμπειρίες αποκατάστασης. Το άρθρο Design Recommendations for Augmented Reality Games for Objective Assessment of Upper Extremity Motor Dysfunction [35] με προσέγγιση τις συστάσεις σχεδιασμού με στόχο την ανάπτυξη παιχνιδιών επαυξημένης πραγματικότητας για την αντικειμενική αξιολόγηση της κινητικής δυσλειτουργίας των άνω άκρων ολοκληρώνεται με προβληματισμούς σχετικά με τον πιθανό αντίκτυπο των εργαλείων αξιολόγησης που βασίζονται σε AR στην κλινική πρακτική, τις ερευνητικές μεθοδολογίες και τα αποτελέσματα των ασθενών στον τομέα της αποκατάστασης των άνω άκρων. Αξίζει επίσης να αναφέρουμε ότι τα πρώτα βήματα της εργασίας αυτής συγκρίθηκαν [36] μερικά χρόνια αργότερα όπου με την ανάπτυξη των τεχνολογιών έγινε μια ολοκληρωμένη ανάλυση. Πηγαίνοντας αρκετά χρόνια πίσω παρατηρούμε την εργασία Influence of cueing, feedback and directed attention on cycling in a virtual environment: Preliminary findings





in healthy adults and persons with Parkinson's disease [37] η οποία διερευνά τον αντίκτυπο των υποδείξεων, της ανατροφοδότησης και της κατευθυνόμενης προσοχής στην απόδοση της ποδηλασίας τόσο σε υγιείς ενήλικες όσο και σε άτομα που έχουν διαγνωστεί με τη νόσο του Πάρκινσον μέσα σε ένα εικονικό περιβάλλον. Μένοντας αρκετά χρόνια πριν παρατηρήσαμε ευρήματα μιας έρευνας με τίτλο E-health Support in People with Parkinson's Disease with Smart Glasses: A Survey of User Requirements and Expectations in the Netherlands [38] που διεξήχθη για τη διερεύνηση των απαιτήσεων και των προσδοκιών των χρηστών όσον αφορά την υποστήριξη της ηλεκτρονικής υγείας μεταξύ ατόμων που ζουν με τη νόσο του Πάρκινσον στις Κάτω Χώρες, με ιδιαίτερη έμφαση στην ενσωμάτωση της τεχνολογίας των έξυπνων γυαλιών.

Το συμπέρασμα των παραπάνω είναι ότι τόσο η Εικονική όσο και η Επαυξημένη Πραγματικότητα είναι τεχνολογίες αιχμής που συμβάλουν σε όλο και περισσότερους τομείς όπως αυτός της νόσου του Πάρκινσον. Μέσα από διαδραστικά παιχνίδια, εφαρμογές, οπτικά ερεθίσματα και άλλα πολλά η ζωή των ανθρώπων με νόσο Πάρκινσον μπορεί να είναι ευκολότερη. Ωστόσο μια έλλειψη που εντοπίσαμε είναι ότι καμία εφαρμογή δεν στοχεύει στην αντίθετη μεριά δηλαδή στην διάγνωση της νόσου αυτής. Η Εφαρμογή που υλοποιήθηκε για την εργασία αυτή στοχεύει τόσο σε ένα ρεαλιστικό και φιλικό περιβάλλον Εικονικής Πραγματικότητας για τους χρήστες που ασχολούνται και θέλουν να μάθουν για την νόσο Πάρκινσον αλλά παράλληλα στοχεύει και στην λεπτομερή οπτικοποίηση δεδομένων από ένα έξυπνο γάντι όπου ασθενείς με νόσο Πάρκινσον κάνουν μερικές απλές εύκολες ασκήσεις και στην συνέχεια τα δεδομένα αυτά οπτικοποιούνται και προβάλλονται σε ένα Εικονικό Περιβάλλον όπου οποιοσδήποτε ειδικός και σε οποιαδήποτε περιοχή του κόσμου να μπορεί να δει τα δεδομένα αυτά.



#### 4. Εξατομικευμένη Οπτικοποίηση Χειρονομιών με ΕΠ

Στο διαρκώς εξελισσόμενο τοπίο της τεχνολογίας υγειονομικής περίθαλψης, η χρήση της Εικονικής Πραγματικότητας (VR) και της εξατομικευμένης απεικόνισης χειρονομιών χρήζει ένα απαραίτητο εργαλείο της φροντίδας και της αποκατάστασης ασθενών.

Η Εικονική Πραγματικότητα, που κάποτε περιοριζόταν στους τομείς της ψυχαγωγίας και του παιχνιδιού, έχει ξεπεράσει τα αρχικά της όρια και έχει βρει σημαντικές εφαρμογές στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Οι εμπυθιστικές δυνατότητές παρέχουν χαρακτηριστικά για τη δημιουργία εξατομικευμένων, ασθενοκεντρικών παρεμβάσεων που εκτείνονται πέρα από τις παραδοσιακές θεραπευτικές προσεγγίσεις. Καθώς εμβαθύνουμε στη συνέργεια μεταξύ της εξατομικευμένης απεικόνισης χειρονομιών και της εικονικής πραγματικότητας, η δυνατότητα βελτίωσης των αποτελεσμάτων και της ευημερίας των ασθενών γίνεται όλο και πιο εμφανής.

Η εξατομικευμένη υγειονομική περίθαλψη καθοδηγείται από την αναγνώριση ότι το προφίλ υγείας κάθε ατόμου είναι μοναδικό. Η προσαρμογή των ιατρικών παρεμβάσεων στις συγκεκριμένες ανάγκες και χαρακτηριστικά των ασθενών έχει γίνει ακρογωνιαίος λίθος για τη βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας της θεραπείας και της ικανοποίησης των ασθενών. Η ενσωμάτωση της εξατομικευμένης απεικόνισης χειρονομιών σε περιβάλλοντα VR ευθυγραμμίζεται με αυτό το παράδειγμα, προσφέροντας μια νέα προσέγγιση για την αντιμετώπιση διαφορετικών ιατρικών καταστάσεων, λαμβάνοντας υπόψη την ατομικότητα της εμπειρίας κάθε ασθενούς.

Η ανθρώπινη επικοινωνία συχνά εκτείνεται πέρα από τη λεκτική έκφραση, περιλαμβάνοντας χειρονομίες που μεταφέρουν συναισθήματα, πρόθεση και πληροφορίες. Η αξιοποίηση της επικοινωνιακής δύναμης των χειρονομιών σε ένα περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας ανοίγει νέους δρόμους για θεραπευτικές παρεμβάσεις. Από τις ασκήσεις αποκατάστασης έως την ενίσχυση των κινητικών δεξιοτήτων, η εξατομικευμένη απεικόνιση χειρονομιών χρησιμεύει ως γέφυρα μεταξύ του φυσικού και του ψηφιακού κόσμου, εμπλουτίζοντας την εμπειρία του ασθενούς και ενισχύοντας μια βαθύτερη σύνδεση με την παρέμβαση.

Ενώ το εύρος της εξατομικευμένης απεικόνισης χειρονομιών στην εικονική πραγματικότητα καλύπτει διάφορες ιατρικές καταστάσεις, αυτή η εξερεύνηση δίνει ιδιαίτερη έμφαση στη νόσο του Πάρκινσον. Μια νευροεκφυλιστική διαταραχή που χαρακτηρίζεται από κινητικά και μη συμπτώματα, η νόσος του Πάρκινσον θέτει μοναδικές



προκλήσεις που απαιτούν καινοτόμες λύσεις. Οι εξατομικευμένες παρεμβάσεις VR, που ενσωματώνουν προσαρμοσμένη απεικόνιση χειρονομιών, έχουν τη δυνατότητα να ανταποκριθούν στις συγκεκριμένες ανάγκες των ασθενών με Πάρκινσον, προσφέροντας εξατομικευμένες στρατηγικές αποκατάστασης και βελτιωμένη ποιότητα ζωής.

#### 4.1 Ανάγκη για Εξατομικευμένες Λύσεις

Η κρίσιμη ανάγκη για εξατομικευμένες και προσαρμοσμένες προσεγγίσεις στο πεδίο των εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας (VR), δίνοντας έμφαση στον βαθύ αντίκτυπο που μπορεί να έχει μια προσαρμογή στην αποτελεσματικότητα και τη συνεκτικότητα των παρεμβάσεων υγειονομικής περίθαλψης δημιουργεί τις ακόλουθες προσεγγίσεις.

- **Διαφορετικές προκλήσεις υγειονομικής περίθαλψης:**

Η υγειονομική περίθαλψη είναι εγγενώς ποικιλόμορφη, και περιλαμβάνει μια σειρά παθήσεων, προφίλ ασθενών και θεραπευτικές απαιτήσεις. Οι παραδοσιακές, ενιαίες προσεγγίσεις συχνά υστερούν στην αντιμετώπιση των μοναδικών αποχρώσεων των μεμονωμένων σεναρίων υγείας. Η ανάγκη για εξατομικευμένες λύσεις προκύπτει από την αναγνώριση ότι οι ιατρικές παρεμβάσεις πρέπει να είναι προσαρμόσιμες, καλύπτοντας το φάσμα των προκλήσεων υγείας που αντιμετωπίζουν διαφορετικοί πληθυσμοί.

- **Ασθενοκεντρικό παράδειγμα:**

Μια αλλαγή παραδείγματος προς την υγειονομική περίθαλψη με επίκεντρο τον ασθενή υπογραμμίζει τη σημασία της προσαρμογής των παρεμβάσεων στις συγκεκριμένες ανάγκες, προτιμήσεις και χαρακτηριστικά των ατόμων. Οι προσαρμοσμένες λύσεις αναγνωρίζουν τη μοναδικότητα κάθε ασθενούς, ενισχύοντας την αίσθηση ενδυνάμωσης, δέσμευσης και ενεργού συμμετοχής της υγειονομικής περίθαλψης. Στο πλαίσιο του VR, η εξατομίκευση γίνεται ακρογωνιαίος λίθος για τη βελτίωση της συνολικής εμπειρίας του ασθενούς και τη βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων της θεραπείας.



- **Ποικίλες απαντήσεις σε παρεμβάσεις:**

Η ανθρώπινη ανταπόκριση στις παρεμβάσεις στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης μπορεί να ποικίλλει σημαντικά με βάση παράγοντες όπως η ηλικία, το πολιτισμικό υπόβαθρο και οι προσωπικές προτιμήσεις. Οι προσαρμοσμένες λύσεις στις παρεμβάσεις υγειονομικής περίθαλψης VR αναγνωρίζουν και προσαρμόζουν αυτές τις παραλλαγές, διασφαλίζοντας ότι οι παρεμβάσεις έχουν αποτελεσματική απήχηση σε διαφορετικούς πληθυσμούς ασθενών. Προσαρμόζοντας την εμπειρία στις ατομικές ευαισθησίες και προτιμήσεις, ενισχύεται η δυνατότητα για θετικά αποτελέσματα.

- **Αντιμετώπιση ειδικών ιατρικών καταστάσεων:**

Ορισμένες ιατρικές καταστάσεις απαιτούν εξειδικευμένες προσεγγίσεις, λαμβάνοντας υπόψη τις περιπλοκές της νόσου ή της διαταραχής. Στο πλαίσιο των εφαρμογών VR, αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για καταστάσεις όπως η νόσος του Πάρκινσον, όπου οι κινητικές και γνωστικές προκλήσεις απαιτούν προσαρμοσμένες παρεμβάσεις. Η προσαρμογή στο VR γίνεται ένα ισχυρό εργαλείο για την αντιμετώπιση συγκεκριμένης συμπτωματολογίας, τη βελτιστοποίηση της θεραπείας και τη βελτίωση της συνολικής ποιότητας ζωής για άτομα με μοναδικές ιατρικές ανάγκες.

- **Ενίσχυση της δέσμευσης και της συμμόρφωσης:**

Η προσαρμογή όχι μόνο ευθυγραμμίζει τις παρεμβάσεις με τις μεμονωμένες απαιτήσεις υγείας, αλλά παίζει επίσης καθοριστικό ρόλο στην ενίσχυση της δέσμευσης των ασθενών και της συμμόρφωσης στα θεραπευτικά σχήματα. Οι προσαρμοσμένες εμπειρίες VR ανταποκρίνονται στις ατομικές προτιμήσεις, καθιστώντας τις παρεμβάσεις πιο ευχάριστες, σχετικές και, κατά συνέπεια, πιο πιθανό να γίνουν αποδεκτές από τους ασθενείς μακροπρόθεσμα.

- **Τεχνολογικές εξελίξεις Ενεργοποίηση εξατομίκευσης:**

Οι πρόσφατες εξελίξεις στην τεχνολογία, συμπεριλαμβανομένης της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης, έχουν ξεκλειδώσει νέες δυνατότητες προσαρμογής στις παρεμβάσεις στον τομέα της υγείας. Αυτές οι τεχνολογίες διευκολύνουν την ανάλυση των



δεδομένων των ασθενών, των προτιμήσεων και των απαντήσεων, επιτρέποντας τη δημιουργία εξαιρετικά εξατομικευμένων εμπειριών VR που προσαρμόζονται σε πραγματικό χρόνο στις ατομικές ανάγκες [39].

#### 4.2 Ενσωμάτωση των χειρονομιών στο περιβάλλον της ΕΠ

Η ενσωμάτωση των χειρονομιών στο περιβάλλον της Εικονικής Πραγματικότητας (VR) σηματοδοτεί ένα σημαντικό βήμα προς τη δημιουργία καθηλωτικών, διαδραστικών και χρηστοκεντρικών εμπειριών. Παρακάτω διερευνάμε τις πολύπλευρες πτυχές της ενσωμάτωσης χειρονομιών στην εικονική πραγματικότητα, δίνοντας έμφαση στις δυνατότητες μετασχηματισμού για την ενίσχυση της επικοινωνίας και της αλληλεπίδρασης.

- **Τεχνολογία αναγνώρισης χειρονομιών:**

Στο επίκεντρο της ενσωμάτωσης των χειρονομιών στο VR βρίσκεται η εξέλιξη της τεχνολογίας αναγνώρισης χειρονομιών. Οι εξελίξεις στην όραση υπολογιστών, τη μηχανική μάθηση και τις τεχνολογίες αισθητήρων έχουν ενδυναμώσει τα συστήματα VR να ερμηνεύουν και να ανταποκρίνονται στις φυσικές κινήσεις των χρηστών. Από τις χειρονομίες έως τις κινήσεις του σώματος, η ακρίβεια και η ανταπόκριση της αναγνώρισης χειρονομιών συμβάλλουν στη δημιουργία πιο έξυπνων και ρεαλιστικών αλληλεπιδράσεων VR.

- **Φυσική αλληλεπίδραση χρηστών:**

Οι χειρονομίες προσφέρουν ένα φυσικό και διαισθητικό μέσο αλληλεπίδρασης σε περιβάλλοντα VR. Αντικατοπτρίζοντας τις κινήσεις του πραγματικού κόσμου, οι χρήστες μπορούν να πλοηγούνται, να χειρίζονται αντικείμενα και να επικοινωνούν με τρόπους που μοιάζουν πολύ με τις φυσικές τους εμπειρίες. Αυτή η φυσική αλληλεπίδραση ενισχύει την σιγουριά των χρηστών, καθιστώντας την εμπειρία VR πιο προσιτή και ελκυστική σε άτομα με διαφορετικά επίπεδα τεχνολογικής επάρκειας.



- **Εμπλουτισμός της επικοινωνίας σε εικονικούς χώρους:**

Η ενσωμάτωση χειρονομιών εκτείνεται πέρα από τις λειτουργικές αλληλεπιδράσεις, γίνεται ένα ισχυρό εργαλείο επικοινωνίας σε εικονικούς χώρους. Από μη λεκτικές ενδείξεις έως εκφραστικές χειρονομίες, οι χρήστες μπορούν να μεταφέρουν συναισθήματα, προθέσεις και σύνθετες ιδέες, προωθώντας μια πιο πλούσια και πιο καθηλωτική κοινωνική εμπειρία σε περιβάλλοντα VR. Αυτή η πτυχή είναι ιδιαίτερα σημαντική σε εφαρμογές που κυμαίνονται από εικονικές συναντήσεις έως συνεργατικές εκπαιδευτικές πλατφόρμες.

- **Προσαρμογή για μεμονωμένες προτιμήσεις:**

Η ενσωμάτωση των χειρονομιών στο VR επιτρέπει την προσαρμογή για να καλύψει τις ατομικές προτιμήσεις και τις φυσικές ικανότητες. Οι χρήστες μπορούν να ορίσουν και να εξατομικεύσουν τις αλληλεπιδράσεις τους που βασίζονται σε χειρονομίες, διασφαλίζοντας ότι η εμπειρία VR ευθυγραμμίζεται άψογα με τα επίπεδα άνεσης και τις συγκεκριμένες ανάγκες τους. Αυτή η προσαρμογή όχι μόνο ενισχύει την ικανοποίηση των χρηστών, αλλά προωθεί επίσης τη συμμετοχή σε διάφορα δημογραφικά στοιχεία χρηστών.

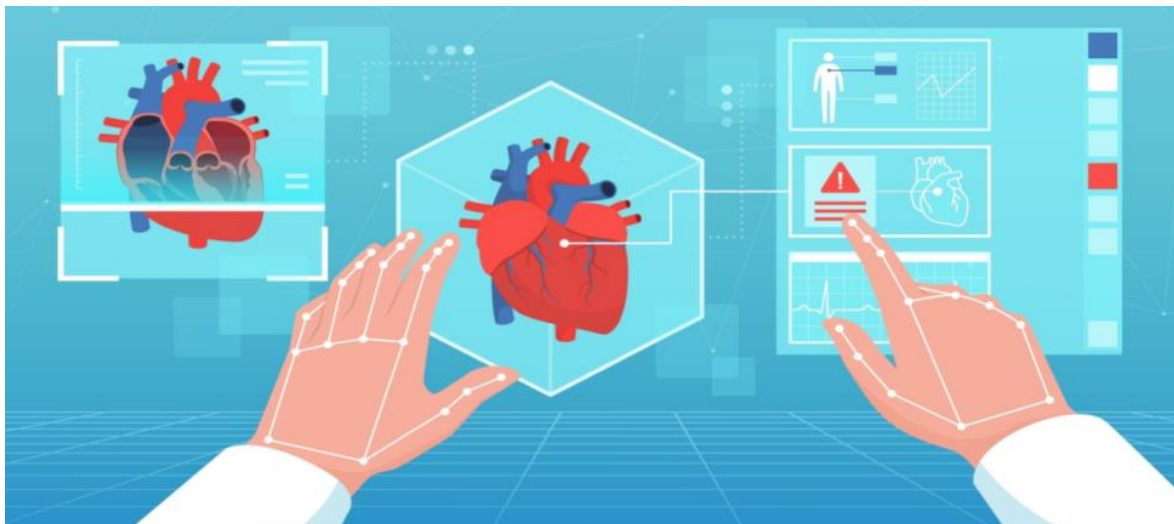
- **Χειρονομίες σε Θεραπευτικές Εφαρμογές:**

Ο τομέας της υγειονομικής περίθαλψης, συμπεριλαμβανομένης της αποκατάστασης και της θεραπείας, επωφελείται σημαντικά από την ενσωμάτωση χειρονομιών στο VR. Προσαρμοσμένες χειρονομίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θεραπευτικές ασκήσεις, αποκατάσταση κινητικών δεξιοτήτων και γνωστική εκπαίδευση. Η διαισθητική φύση των αλληλεπιδράσεων που βασίζονται σε χειρονομίες στο VR δημιουργεί ένα περιβάλλον που ευνοεί τις ελκυστικές και αποτελεσματικές παρεμβάσεις υγειονομικής περίθαλψης.

- **Τεχνολογικές προκλήσεις και λύσεις:**

Ενώ η ενσωμάτωση των χειρονομιών στο VR αποφέρει πολλά οφέλη, δεν είναι χωρίς προκλήσεις. Οι τεχνολογικοί περιορισμοί, όπως τα ζητήματα λανθάνοντος χρόνου και η ανάγκη για εξελιγμένους αισθητήρες, ενδέχεται να επηρεάσουν την απρόσκοπτη εφαρμογή της αναγνώρισης χειρονομιών [40].





Εικόνα 31: Οπτικοποίηση Χεριών σε VR Περιβάλλον

### 4.3 Πλεονεκτήματα και προκλήσεις της εξατομικευμένης οπτικοποίησης

Καθώς η εξατομικευμένη οπτικοποίηση αποκτά εξέχουσα θέση σε διάφορους τομείς, από την υγειονομική περίθαλψη έως την εκπαίδευση, θα εμβαθύνουμε στα πλεονεκτήματα που ωθούν την υιοθέτησή της και τις προκλήσεις που υπογραμμίζουν την πολυπλοκότητα της προσαρμογής των οπτικών εμπειριών στις ατομικές ανάγκες. Εξετάζοντας αυτές τις διαστάσεις, στοχεύουμε να κατανοήσουμε την περίπλοκη ισορροπία που απαιτείται για την αξιοποίηση του πλήρους δυναμικού της εξατομικευμένης απεικόνισης.

- **Πλεονεκτήματα της Εξατομικευμένης Οπτικοποίησης:**

**Προσαρμοσμένη εμπειρία χρήστη:** Η εξατομικευμένη οπτικοποίηση διασφαλίζει ότι τα άτομα λαμβάνουν περιεχόμενο και πληροφορίες με τρόπο που συνάδει με τις προτιμήσεις τους, τα γνωστικά τους στυλ και τις μεθόδους μάθησης. Αυτή η προσαρμοσμένη προσέγγιση ενισχύει την αφοσίωση των χρηστών και προωθεί μια πιο αποτελεσματική μαθησιακή ή θεραπευτική εμπειρία.

**Βελτιωμένη διατήρηση πληροφοριών:** Η προσαρμογή του οπτικού περιεχομένου για ευθυγράμμιση με τις ατομικές προτιμήσεις βελτιώνει τη διατήρηση πληροφοριών. Παρουσιάζοντας δεδομένα σε μορφές που τα άτομα βρίσκουν πιο εύπεπτα, η



εξατομικευμένη οπτικοποίηση βελτιστοποιεί τις διαδικασίες κωδικοποίησης και ανάκτησης, ενθαρρύνοντας τη βαθύτερη κατανόηση των παρουσιαζόμενων πληροφοριών.

**Ενισχυμένο κίνητρο και δέσμευση:** Η εξατομίκευση επηρεάζει μεμονωμένα κίνητρα και ενδιαφέροντα, καθιστώντας το οπτικό περιεχόμενο πιο συναρπαστικό και σχετικό. Αυτή η αυξημένη δέσμευση όχι μόνο διατηρεί το ενδιαφέρον αλλά ενθαρρύνει επίσης μια θετική στάση απέναντι στο θέμα, είτε πρόκειται για εκπαιδευτικό περιεχόμενο είτε για πληροφορίες που σχετίζονται με την υγεία.

**Βελτιστοποιημένα θεραπευτικά αποτελέσματα:** Στην υγειονομική περίθαλψη, η εξατομικευμένη οπτικοποίηση έχει αποδείξει την αποτελεσματικότητά της στις θεραπευτικές παρεμβάσεις. Η προσαρμογή των οπτικοποιήσεων στις συγκεκριμένες ανάγκες των ασθενών ενισχύει τη συμμόρφωση στα θεραπευτικά σχήματα, διευκολύνει την καλύτερη επικοινωνία μεταξύ των παρόχων υγειονομικής περίθαλψης και των ασθενών και συμβάλλει σε συνολικά θετικά αποτελέσματα για την υγεία.

- **Προκλήσεις στην Εξατομικευμένη Οπτικοποίηση:**

**Ανησυχίες σχετικά με το απόρρητο δεδομένων:** Η προσαρμογή του οπτικού περιεχομένου συχνά βασίζεται σε προσωπικά δεδομένα, προκαλώντας ανησυχίες σχετικά με το απόρρητο και την ασφάλεια. Η προστασία ευαίσθητων πληροφοριών κατά την παροχή εξατομικευμένων εμπειριών θέτει προκλήσεις στη διατήρηση μιας ισορροπίας μεταξύ προσαρμογής και προστασίας δεδομένων.

**Τεχνολογικές πολυπλοκότητες:** Η εφαρμογή εξατομικευμένης οπτικοποίησης απαιτεί προηγμένες τεχνολογικές υποδομές, συμπεριλαμβανομένων ισχυρών αναλύσεων δεδομένων, αλγορίθμων μηχανικής μάθησης και προσαρμοστικών διεπαφών. Η υπέρβαση αυτών των τεχνολογικών πολυπλοκοτήτων αποτελεί πρόκληση για την εξασφάλιση απρόσκοπτης και αποτελεσματικής εξατομίκευσης.

**Δεοντολογικά ζητήματα:** Η επίτευξη ισορροπίας μεταξύ εξατομίκευσης και ηθικών κριτηρίων είναι μια κρίσιμη πρόκληση. Ζητήματα που σχετίζονται με πιθανές προκαταλήψεις, ακούσια στερεότυπα και την ηθική χρήση προσωπικών δεδομένων για την προσαρμογή οπτικού περιεχομένου απαιτούν προσεκτική πλοήγηση στην ανάπτυξη και ανάπτυξη εξατομικευμένων συστημάτων οπτικοποίησης.



**Αποδοχή και αντίσταση χρήστη:** Τα άτομα μπορεί να επιδεικνύουν διαφορετικά επίπεδα άνεσης και αποδοχής όσον αφορά τις εξατομικευμένες απεικονίσεις. Κάποιοι μπορεί να εκτιμήσουν τις προσαρμοσμένες εμπειρίες, ενώ άλλοι μπορεί να αντισταθούν στην αντιληπτή εισβολή στις προτιμήσεις τους. Η κατανόηση και ο μετριασμός της αντίστασης των χρηστών αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της επιτυχούς υλοποίησης.

- **Τήρηση ισορροπίας:**

Η επίτευξη μιας ισορροπίας μεταξύ των πλεονεκτημάτων και των προκλήσεων της εξατομικευμένης απεικόνισης είναι απαραίτητη. Η επίτευξη αυτής της ισορροπίας περιλαμβάνει την εφαρμογή ισχυρών μέτρων προστασίας της ιδιωτικής ζωής, τη μόχλευση των αρχών ηθικού σχεδιασμού και τη συνεχή βελτίωση των τεχνολογικών λύσεων για τη βελτίωση της εξατομικευσης χωρίς να διακυβεύεται η ατομική αυτονομία και ευημερία.



## 5. Το Smart Glove και τα Δεδομένα της Εφαρμογής

Το Smart Glove αποτελεί Ερευνητικό Έργο στο πλαίσιο της δράσης Ενίσχυση Επιχειρήσεων για ερευνητικά Έργα στους τομείς αγροδιατροφής, δημιουργικής βιομηχανίας, ΤΠΕ, υγείας και βιοτεχνολογίας μέσου του Επιχειρησιακού Προγράμματος Περιφέρειας Ηπείρου 2014 – 2020 και του ΕΣΠΑ 2014-2020.



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Ταμείο  
Περιφερειακής Ανάπτυξης



με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

Εικόνα 32: Λογότυπα Δράσης

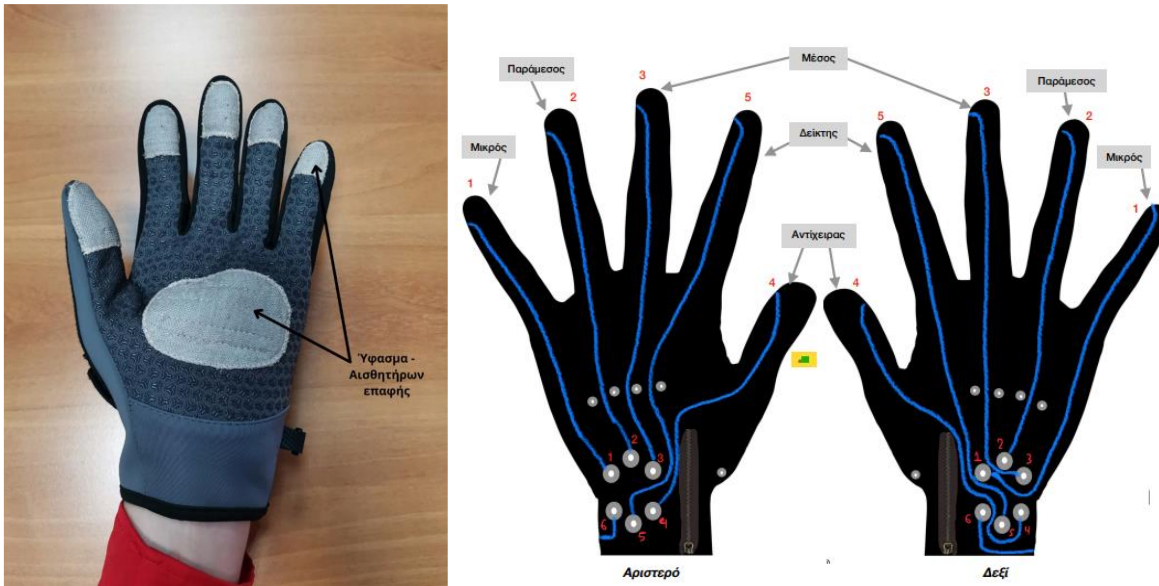
Το SmartGlove αναπτύχθηκε ώστε να παρέχει μια καινοτόμα λύση για την απομακρυσμένη παρακολούθηση κινητικών συμπτωμάτων ατόμων που πάσχουν από νευροεκφυλιστικές ασθένειες, κυρίως τη νόσο του Πάρκινσον. Το σύστημα αποτελείται από ένα έξυπνο γάντι, γνωστό ως SmartGlove, μια εφαρμογή για έξυπνες συσκευές (mobPark) και μια πλατφόρμα κεντρικής διαχείρισης.

Με τη βοήθεια αυτής της τεχνολογίας, οι ιατροί και οι θεραπευτές μπορούν να παρακολουθούν από απόσταση την εξέλιξη των συμπτωμάτων των ασθενών και να προσαρμόζουν τη θεραπεία τους ανάλογα. Η τεχνολογία αυτή έχει πιλοτική εφαρμογή και αναμένεται να παρέχει σημαντικά δεδομένα για τη βελτίωση της θεραπείας των ασθενών που πάσχουν από νευροεκφυλιστικές ασθένειες.

### 5.1 Σχεδιασμός

Το SmartGlove αναπτύχθηκε για να προσφέρει μια εξειδικευμένη λύση για την παρακολούθηση κινητικών συμπτωμάτων ασθενών με νευροεκφυλιστικές ασθένειες, εστιάζοντας κυρίως στη νόσο του Πάρκινσον. Το SmartGlove αποτελείται από τρία βασικά στοιχεία:

- **Το ύφασμα του γαντιού:** Περιλαμβάνει ειδικές αγωγιμές περιοχές στα δάκτυλα και την παλάμη, φτιαγμένες από υλικά ανθεκτικά στον ιδρώτα και φιλικά προς το δέρμα. Είναι πλενόμενο και προβλέπεται να διαρκέσει πάνω από 10 χρόνια.



Εικόνα 33: Η Κατασκευή του SmartGlove

- **Το Σύστημα σε Τσιπ (SoC):** Περιλαμβάνει ένα μικρό μοντέλο υπολογιστή με ενσωματωμένο Bluetooth 5.0 για χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και μικρό μέγεθος.

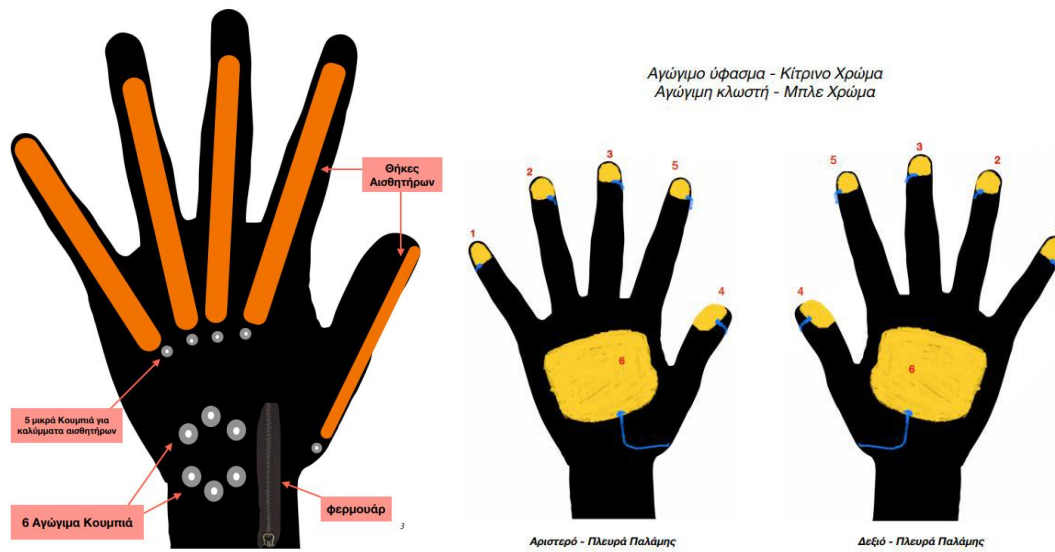


Εικόνα 34: Το Τσιπ του SmartGlove

- **Οι Αισθητήρες:** Καταγράφουν τις κινήσεις του χεριού του χρήστη. Περιλαμβάνουν αισθητήρες κάμψης δακτύλων, αισθητήρες επαφής δακτύλου-



παλάμης και ένα IMU 9-αξόνων για την παρακολούθηση της περιστροφής του χεριού.



Εικόνα 35: Αισθητήρες και Συνδεσμολογία SmartGlove

Η συσκευή επίσης περιλαμβάνει σύστημα διαχείρισης ενέργειας, μια μονάδα αποθήκευσης, και διασυνδέεται με την έξυπνη συσκευή μέσω Bluetooth 5.0 για τη μεταφορά δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Επίσης, πληροί όλα τα πρότυπα ασφάλειας και αξιοπιστίας που απαιτούνται.

### Μέρη της Συσκευής:

- **Γάντι:** Περιέχει τους αισθητήρες αφής και κίνησης των δακτύλων.
- **Πλακέτα PCB:** Περιέχει τον μικροεπεξεργαστή και τους ψηφιακούς μετατροπείς σήματος.

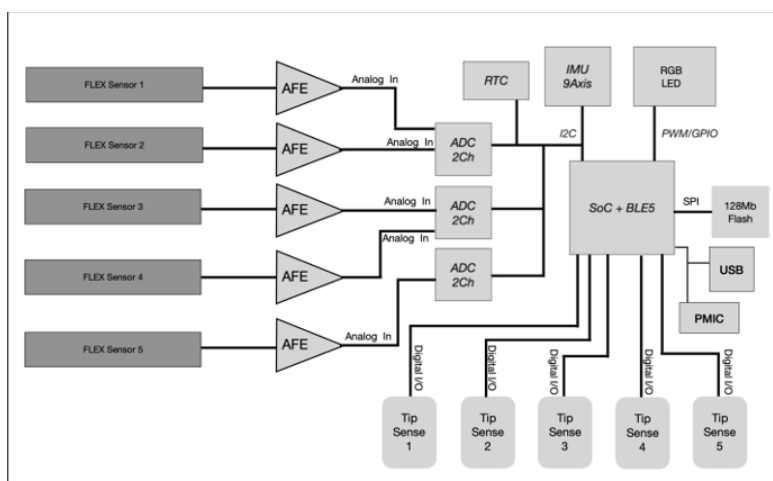




Εικόνα 36: Τα Μέρη του SmartGlove

### Συνδέσεις:

- Οι αισθητήρες αφής συνδέονται απευθείας στην πλακέτα.
- Οι αισθητήρες κίνησης συνδέονται στον ψηφιακό μετατροπέα πριν προωθηθούν στον μικροεπεξεργαστή.



Εικόνα 37: Βασική Λειτουργικότητα SmartGlove



### Εσωτερικά Μέρη:

- Πέρα από τον μικροεπεξεργαστή και τον ψηφιακό μετατροπέα, περιλαμβάνει μνήμη Flash, αισθητήρα IMU-9 αξόνων, ρολόγια, μπαταρία και ελεγκτή μπαταρίας.

### Εξωτερικά Μέρη της Συσκευής:

- Περιλαμβάνουν μια λυχνία LED, ένα κουμπί ενεργοποίησης, ένα κουμπί επαναφοράς και μια θύρα φόρτισης/αποσφαλμάτωσης.

### Διασύνδεση και Φυσική Διάταξη:

- Η τοποθέτηση των μερών γίνεται έτσι ώστε να μειωθεί ο όγκος και να εξισορροπηθεί το κέντρο βάρους.
- Η θήκη είναι κατασκευασμένη από ελαφριά και ανθεκτικά υλικά.

Αυτή η αρχιτεκτονική επιτρέπει τη λειτουργία της συσκευής SmartGlove με αξιοπιστία και αποτελεσματικότητα κατά την εκτέλεση ασκήσεων.



Εικόνα 38: Δοκιμές με το SmartGlove

Η συσκευή SmartGlove λειτουργεί ως παραγωγός δεδομένων από τους αισθητήρες που διαθέτει. Αντί να στέλνει συνεχώς δεδομένα στην έξυπνη συσκευή, αποθηκεύει τα δεδομένα που συλλέγει τοπικά σε προσωρινούς χώρους αποθήκευσης, γνωστούς ως buffers. Όταν τα buffers γεμίσουν, η συσκευή SmartGlove στέλνει τα περιεχόμενά τους

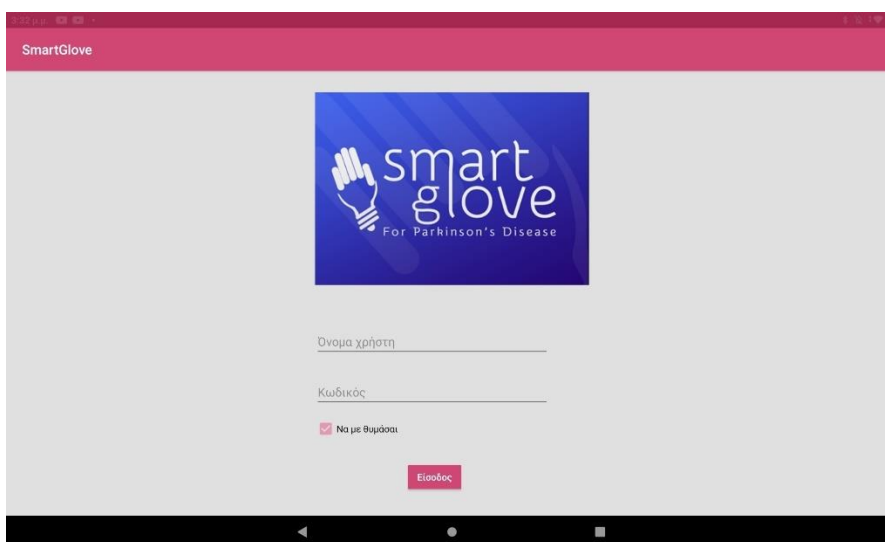


στην έξυπνη συσκευή που είναι συνδεδεμένη. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να λάβει εντολή από την έξυπνη συσκευή για να διακόψει τη μεταφορά δεδομένων. Με αυτόν τον τρόπο, εξασφαλίζεται ότι η μεταφορά δεδομένων γίνεται με αποτελεσματικό και οικονομικό τρόπο.

## 5.2 Εφαρμογή mobPark & Πλατφόρμα Δεδομένων

Η εφαρμογή mobPark λειτουργεί ως ενδιάμεσος σύνδεσμος μεταξύ της συσκευής SmartGlove και της Κεντρικής Πλατφόρμας Διαχείρισης. Το κύριο της έργο είναι να επιτρέπει στους χρήστες-ασθενείς να μεταφορτώνουν τα δεδομένα τους στην κεντρική πλατφόρμα για αποθήκευση και ανάλυση. Η εφαρμογή αποθηκεύει μόνο τα απαραίτητα δεδομένα για τη λειτουργία της και διαγράφει προσωρινά τα δεδομένα μετά τη μεταφορά τους στην κεντρική πλατφόρμα.

Η εφαρμογή μπορεί να εγκατασταθεί σε smartphones με λειτουργικά συστήματα Android (έκδοση 6.0 και νεότερη) ή iOS (έκδοση 11 και νεότερη) και απαιτεί υποστήριξη Bluetooth (έκδοση 5.0 και νεότερη) και πρόσβαση στο διαδίκτυο.

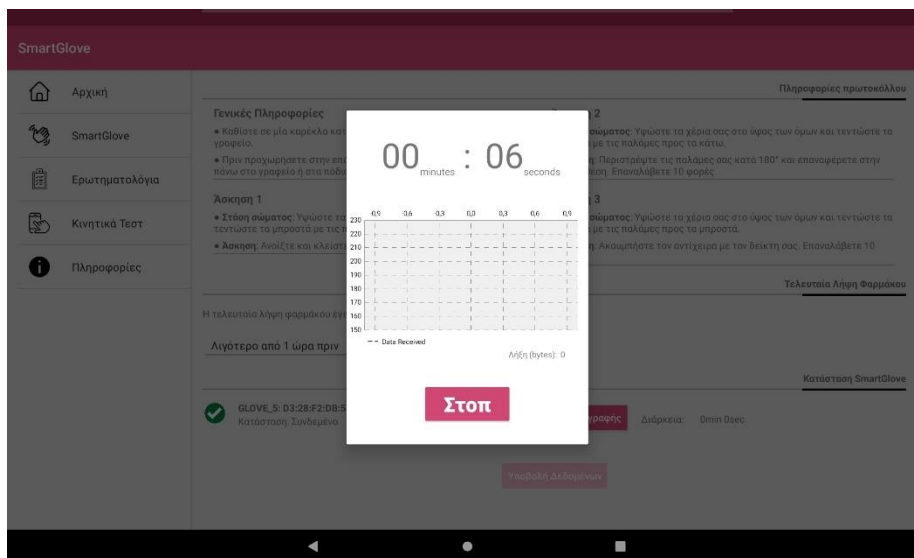


Εικόνα 39: Η Εφαρμογή Android του SmartGlove

Οι βασικές λειτουργίες της εφαρμογής περιλαμβάνουν την είσοδο των χρηστών, τη διαχείριση προφίλ, τη συμπλήρωση ερωτηματολογίων για τη νόσο του Πάρκινσον, και την

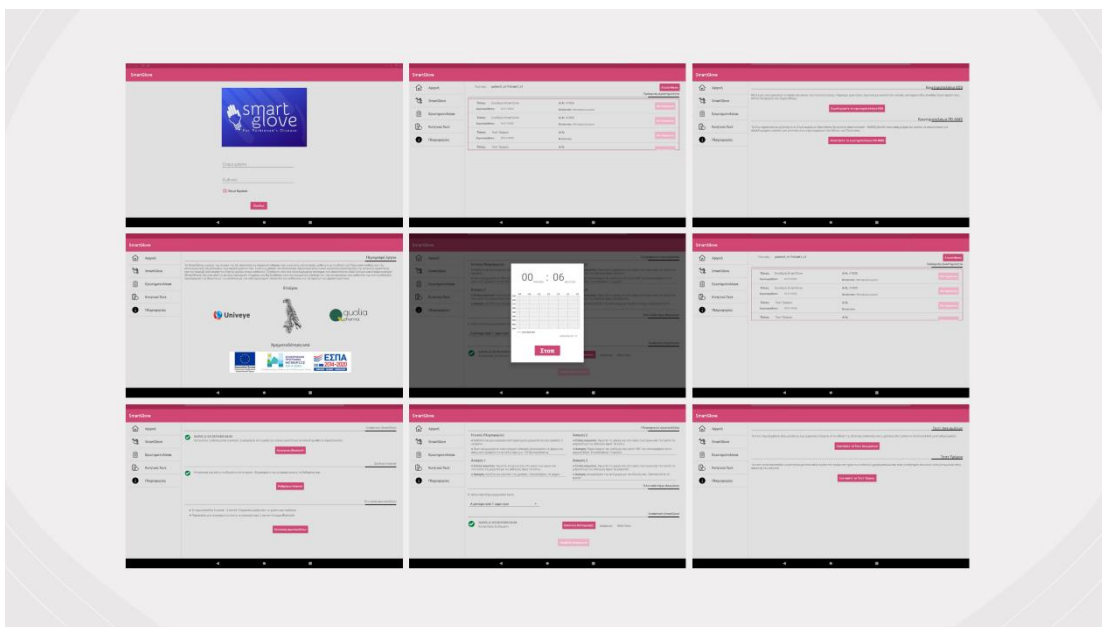


εκτέλεση κινητικών τεστ. Τα αποτελέσματα των τεστ αναμένεται να μεταφορτωθούν στην κεντρική πλατφόρμα για ανάλυση.



Εικόνα 40: Οθόνη Καταγραφής

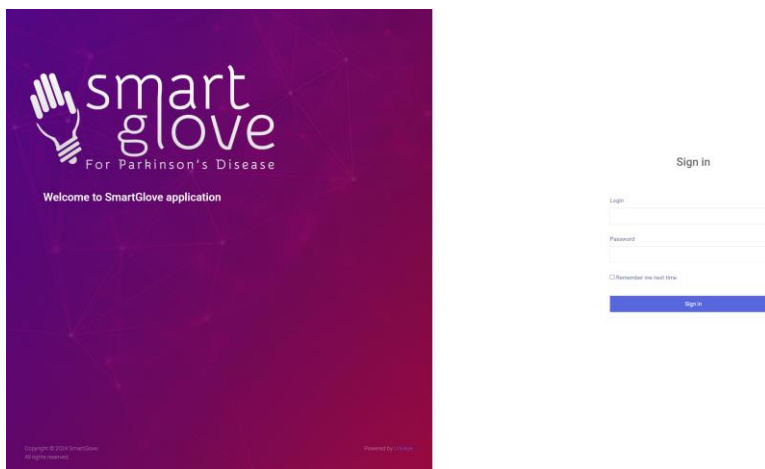
Τέλος, η εφαρμογή είναι σχεδιασμένη να συνδέεται αυτόματα με τη συσκευή SmartGlove, να δημιουργεί αντίγραφα των δεδομένων και να ειδοποιεί τους χρήστες για τυχόν καταγραφές που δεν έχουν μεταφορτωθεί στην κεντρική πλατφόρμα.



Εικόνα 41: Τα Μέρη της Android Εφαρμογής



Η Κεντρική Πλατφόρμα Διαχείρισης και Αποθήκευσης Δεδομένων είναι η κεντρική ενότητα του συστήματος SmartGlove, όπου αποθηκεύονται και αναλύονται τα δεδομένα. Χρησιμοποιεί τεχνολογίες υπολογιστικού νέφους ("cloud").



Εικόνα 42: Η Πλατφόρμα Cloud

Ο βασικός ρόλος της πλατφόρμας είναι η αποθήκευση των δεδομένων για ανάλυση και την παραγωγή συμπερασμάτων για την κλινική κατάσταση των ασθενών. Για την ανάκτηση δεδομένων, η πλατφόρμα επικοινωνεί με την εφαρμογή mobPark, όπου αποστέλλονται οι εγγραφές των ασθενών, συμπεριλαμβανομένων δεδομένων από τη συσκευή SmartGlove, απαντήσεις ερωτηματολογίων και αποτελέσματα κινητικών τεστ μέσω παιχνιδιών.

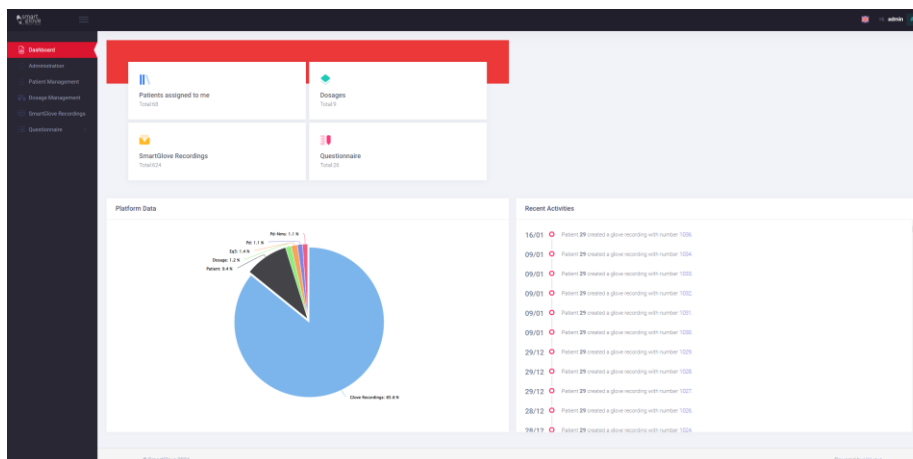
Παρακάτω παραθέεται μια παράθεση των λειτουργιών της Κεντρικής Πλατφόρμας:

- **Αυθεντικοποίηση Χρηστών:** Παρέχει ταυτοποίηση και πρόσβαση στις υπηρεσίες της πλατφόρμας.
- **Ιατρικός Φάκελος Ασθενούς:** Διατηρεί δεδομένα των ασθενών, συμπεριλαμβανομένων των βασικών πληροφοριών και δεδομένων από το SmartGlove.
- **Μεταφόρτωση Σημάτων SmartGlove:** Δέχεται σήματα από τους ασθενείς που καταγράφονται από το SmartGlove και αποστέλλονται από την εφαρμογή mobPark.
- **Μεταφόρτωση Απαντήσεων Ερωτηματολογίων:** Δέχεται απαντήσεις από ερωτηματολόγια των χρηστών μέσω της εφαρμογής mobPark.



- **Μεταφόρτωση Δεδομένων Κινητικών Τεστ:** Αναλαμβάνει μια σύνοψη από τα αποτελέσματα των κινητικών τεστ μέσω παιχνιδιών.
- **Ανάλυση Δεδομένων SmartGlove:** Δέχεται τα σήματα από το SmartGlove και εκτιμά την κατάσταση του ασθενούς στην κλίμακα UPDRS.

Αυτές οι λειτουργίες είναι ζωτικής σημασίας για τη λειτουργία και την αποτελεσματικότητα του συστήματος SmartGlove.



Εικόνα 43: Αρχική Σελίδα Πλατφόρμας και Μενού





## 6. Πειραματική Διαδικασία

Η ενσωμάτωση της Εικονικής Πραγματικότητας (VR) στην οπτικοποίηση δεδομένων έχει τεράστιες δυνατότητες για την βελτίωση της κατανόησής μας για πολύπλοκα σύνολα δεδομένων, ιδιαίτερα στο πλαίσιο της νόσου του Πάρκινσον. Η πειραματική διαδικασία σχεδιάστηκε με στόχο το συνδυασμό της Εικονικής Πραγματικότητας για την οπτικοποίηση των δεδομένων του Πάρκινσον. Ο στόχος είναι να δημιουργηθεί ένα καθηλωτικό και διαδραστικό περιβάλλον που διευκολύνει την εξερεύνηση, ανάλυση και επικοινωνία δεδομένων που σχετίζονται με τη νόσο του Πάρκινσον.

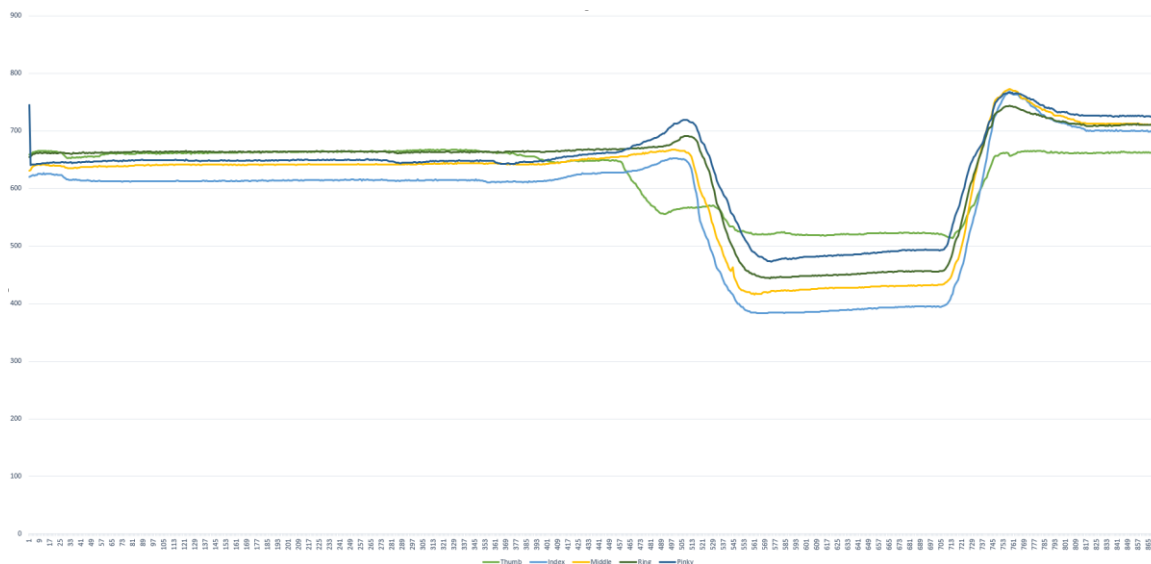
### 6.1 Δεδομένα Parkinson

Η Εφαρμογή σχεδιάστηκε και δοκιμάστηκε με διάφορους τύπους δεδομένων Πάρκινσον, σε συνδυασμό με το γάντι SmartGlove ένα ειδικά σχεδιασμένο γάντι για την νόσο Πάρκινσον όπου είχαμε την δυνατότητα να συλλέξουμε πολλά και διαφορετικά δεδομένα έτσι ώστε η εφαρμογή μας να ανταποκρίνεται με ποικίλες περιπτώσεις δεδομένων.

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν για κάθε συμμετέχοντα αλλά και για κάθε άσκηση αποτελούνταν από:

- **Δεδομένα γυροσκοπίου**
- **Δεδομένα αξελερόμετρου**
- **Δεδομένα μαγνητόμετρου**
- **Δεδομένα αισθητήρων δακτύλων**

Με βάση αυτά τα χαρακτηριστικά στην πρώτη φάση έγινε εξαγωγή των αντίστοιχων γραφικών παραστάσεων για επαλήθευση και σύγκριση ενώ στην συνέχεια τα δεδομένα έγιναν εξαγωγή σε xlsx αρχεία για να ενσωματωθούν στο Unity. Στις Εικόνες 44 & 45 παρατηρούμε μια γραφική παράσταση αναπαράστασης της κίνησης μιας γροθιάς μέσα από την συμπεριφορά των πέντε δακτύλων, ενώ στην συνέχεια βλέπουμε την αποτύπωση αυτής της γραφικής παράστασης σε τιμές για κάθε δάχτυλο σε ένα excel.



Εικόνα 44: Εξαγωγή Γραφικών από Δεδομένα του SmartGlove

Category	Flex Sensors				
	Thumb	Index	Middle	Ring	Pinky
0	676	736	763	722	743
1	667	695	690	673	632
2	668	695	690	674	632
3	668	695	689	673	632
4	668	696	690	674	632
5	668	695	689	674	632
6	667	696	690	674	632
7	668	695	689	673	633
8	667	695	689	673	631
9	668	695	689	673	633
10	668	695	689	674	632
11	667	695	690	674	632
12	668	696	689	674	632
13	667	695	690	674	631
14	667	696	690	673	632
15	669	696	690	673	632
16	669	695	689	674	632
17	668	696	690	673	631
18	668	695	690	673	632
19	668	695	690	673	632
20	668	695	691	673	632
21	668	696	690	672	631
22	667	695	689	674	631
23	668	696	690	673	632

Εικόνα 45: Δημιουργία .xlsx αρχείων με Δεδομένα του SmartGlove στην οποία φαίνονται 23 από τις 300 καταγραφές



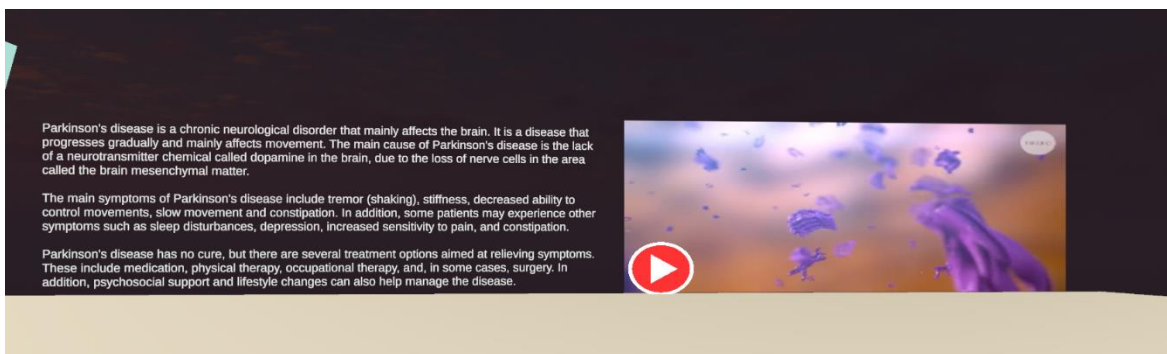
## 6.2 Εφαρμογή Υλοποίησης

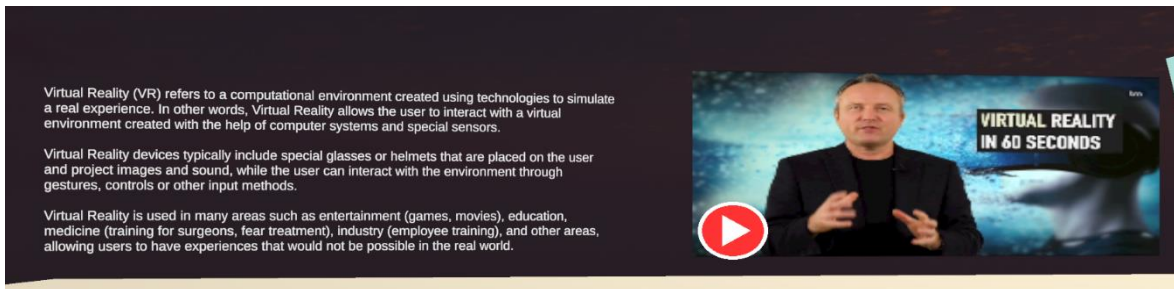
Η Εφαρμογή που υλοποιήθηκε δημιουργήθηκε με το λογισμικό ανάπτυξης τρισδιάστατων εφαρμογών Unity στην έκδοση 2021.3.22f1. και χωρίστηκε σε δύο βασικά μέρη ανάλογα με την προτίμηση αλλά και τον εξοπλισμό του ενδιαφερόμενου. Στο πρώτο μέρος η εφαρμογή μπορεί να λειτουργήσει με την χρήση ενός υπολογιστή ενώ στο δεύτερο μέρος η εφαρμογή είναι προσβάσιμη μέσα από γυαλιά Εικονικής Πραγματικότητας (VR).

Στόχος της εφαρμογής είναι η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος οπτικοποίησης χειρονομιών από ασθενείς με Πάρκινσον και η ενσωμάτωση αυτής της οπτικοποίησης σε συσκευές Εικονικής Πραγματικότητας για καλύτερη εμπύθιση αλλά και μεγαλύτερη λεπτομέρεια στην απεικόνιση των κινήσεων.

Μέσα από το διπλό χαρακτήρα της εφαρμογής ο γιατρός θα είναι σε θέση να δει με μεγάλη ακρίβεια και τρισδιάστατα την κίνηση των χεριών των ασθενών του ενώ από την άλλη μεριά σε ένα επιπλέον δωμάτιο εισαγωγής οι ασθενείς μπορούν να ενημερώνονται για την τεχνολογία και την πάθηση τους αλλά συγχρόνως και να βλέπουν αναλυτικά τις ασκήσεις που πρέπει να κάνουν με αυτό το τρόπο οι ασθενείς ασθάνονται ασφαλής και άνετη μέσα σε ένα ήρεμο περιβάλλον.

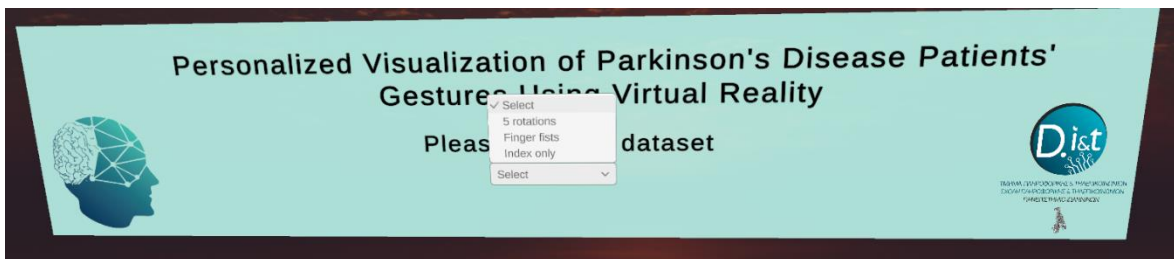
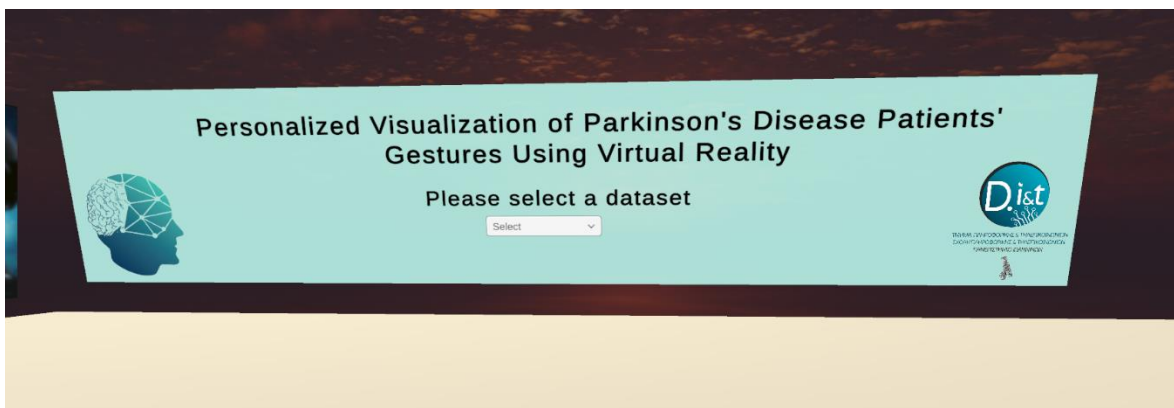
Έτσι στο πρώτο κεντρικό μενού της εφαρμογής συναντάμε ένα περιβάλλον μάθησης όπου ο χρήστης μπορεί να ενημερωθεί τόσο για την Εικονική Πραγματικότητα όσο και για την Νόσο Πάρκινσον, η μάθηση γίνεται ρεαλιστική και άμεση καθώς ο χρήστης έχει την επιλογή να διαβάσει λεπτομέρειες για την κάθε κατηγορία αλλά και να δει βίντεο που περιγράφουν αναλυτικά τις δύο αυτές κατηγορίες.





Εικόνα 46: Περιβάλλον Ενημέρωσης Χρήστη

Μετά την ενημέρωση του ο χρήστης ή ο ιατρός από το αντίστοιχο περιβάλλον καλωσορίζεται στην εφαρμογή και στο εικονικό περιβάλλον και καλείται να επιλέξει από ένα σύνολο δεδομένων με βάση την αντίστοιχη περιγραφή πχ δεδομένα γροθιάς ή δεδομένα περιστροφής χεριού κ.α.

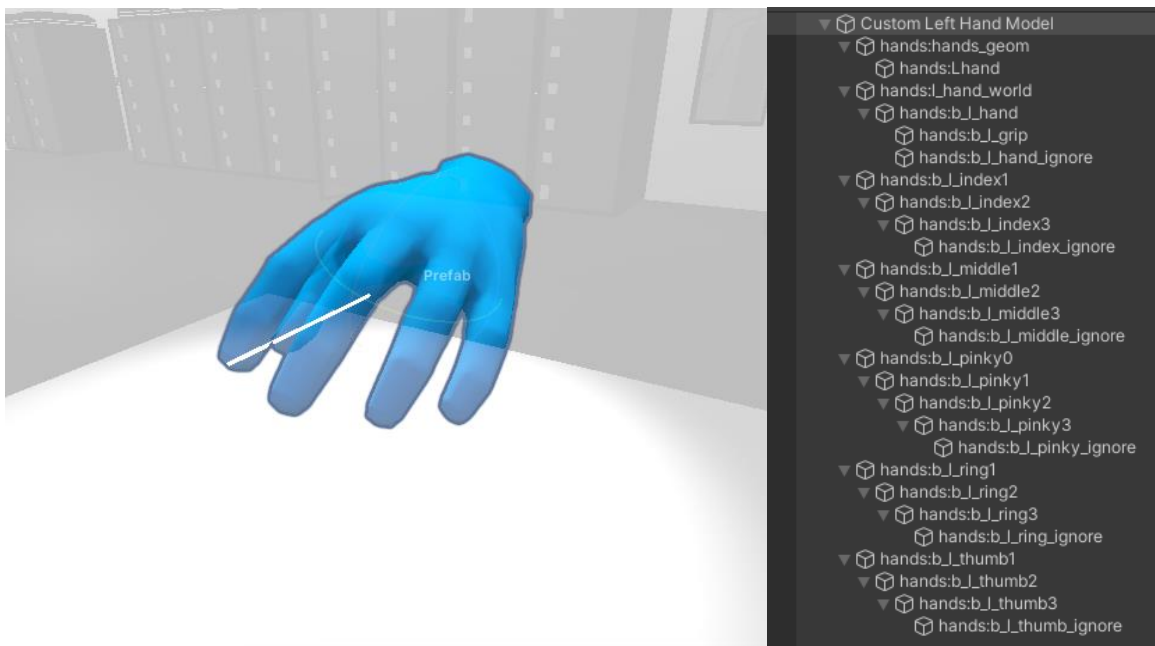


Εικόνα 47: Επιλογή Δεδομένων από το Χρήστη

Αφού επιλέξει ο χρήστης τα δεδομένα που θέλει να φορτωθούν στο σύστημα μεταφέρεται στο κεντρικό δωμάτιο προσομοίωσης των δεδομένων. Για την προσομοίωση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ένα τρισδιάστατο εικονικό χέρι κατάλληλο και για εικονική πραγματικότητα έτσι ώστε να υπάρχουν όσο τον δυνατών περισσότερα μέρη σε κάθε δάχτυλο του χεριού. Το Εικονικό Χέρι αποτελείται από 20 συνολικά μέρη συμπεριλαμβανομένων τουλάχιστον τριών μερών για κάθε δάχτυλο, με βάση αυτά τα



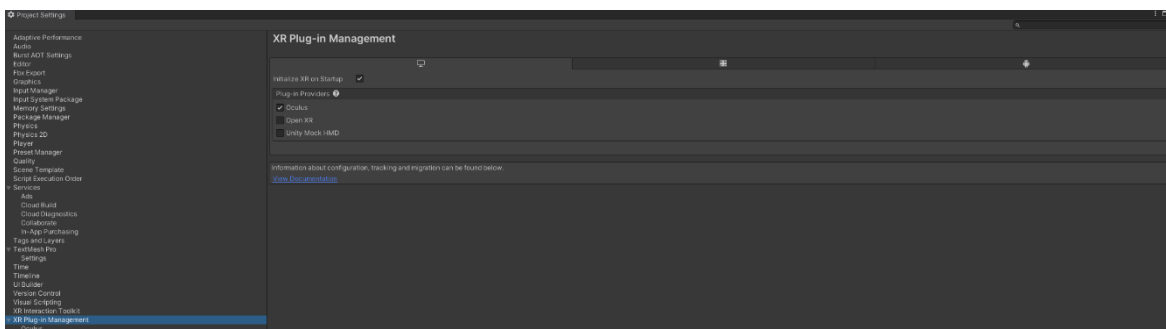
χαρακτηριστικά και την συμβατότητα με την εικονική πραγματικότητα αποτελεί από τις καλύτερες επιλογές για την συγκεκριμένη εφαρμογή.



Εικόνα 48: Τα Μέρη του Εικονικού Χεριού

Για την ανάπτυξη της εφαρμογής υλοποιήθηκαν 17 script κώδικες σε C# για την οπτικοποίηση των δεδομένων στο εικονικό χέρι και άλλα 3 scripts για την αλληλεπίδραση στα δωμάτια της εφαρμογής και την λειτουργία των ενημερωτικών αντικειμένων. Ενώ για την λειτουργία της εφαρμογής σε συσκευές Εικονικής Πραγματικότητας χρειάστηκε η εγκατάσταση του πακέτου XR Interaction Toolkit.

Αφού κάνουμε την αντίστοιχη εγκατάσταση από το **Menu → Window → Package Manager** θα πρέπει να πάμε στο **Menu → Edit → Project Settings** και στην επιλογή **XR Plug-in Management** για να επιλέξουμε την συσκευή **VR** που θα τρέξουμε την εφαρμογή μας ή της πλέον δημοφιλής επιλογής **Open XR**.



Εικόνα 49: Το XR Plug-in Management

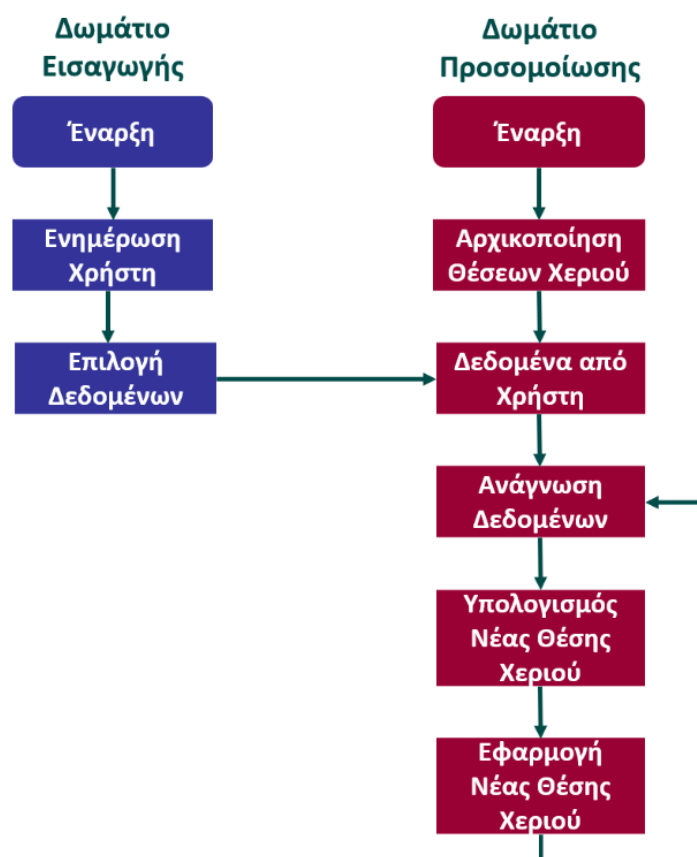


Το OpenXR παρέχει μια κοινή διεπαφή για εφαρμογές VR/AR, ανεξαρτήτως του υλικού ή της πλατφόρμας, επιτρέποντας στους προγραμματιστές να αναπτύσσουν εφαρμογές που είναι συμβατές με διάφορες συσκευές και περιβάλλοντα.

Με βάση τις παραπάνω ρυθμίσεις το project μας είναι έτοιμο να υποδεχθεί ένα συμβατό σε συσκευές VR εικονικό περιβάλλον.

Η οπτικοποίηση των δεδομένων γίνεται με την ακόλουθη μεθοδολογία:

- Αρχικοποίηση θέσεων εικονικού χεριού.
- Μεταφορά επιλογής χρήστη από το προηγούμενο δωμάτιο
- Έλεγχος προτίμησης χρήστη και εισαγωγή δεδομένων.
- Ανάγνωση δεδομένων από αρχείο xlsx.
- Υπολογισμός με βάση τα δεδομένα των αισθητήρων των νέων θέσεων του χεριού.
- Εφαρμογή νέων θέσεων στο εικονικό χέρι.



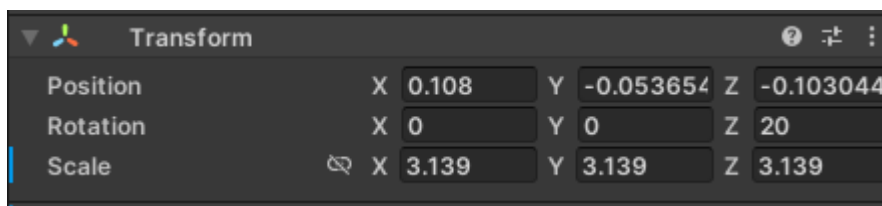
Εικόνα 50: Διάγραμμα Οπτικοποίησης Κινήσεων



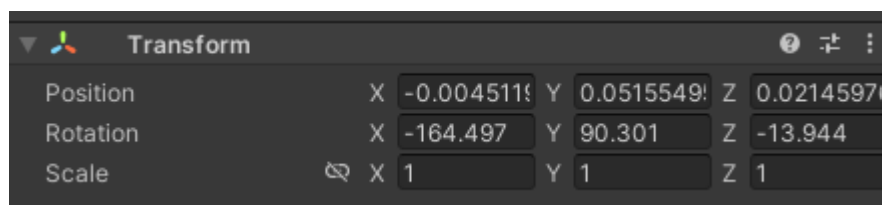


### Αρχικοποίηση θέσεων εικονικού χεριού

Στα πρώτα βήματα της εφαρμογής εξετάστηκε η δυνατότητα προσαρμογής των δεδομένων σε οποιοδήποτε εικονικό χέρι, αυτό γίνεται ορίζοντας εξ αρχής της θέσης που ξεκινάει το εικονικό χέρι. Στο Inspector του Unity στην επιλογή **Transform** μπορούμε να βλέπουμε την **Θέση** (Position), **Περιστροφή** (Rotation) και το **Μέγεθος** (Scale) του συνολικού χεριού αλλά και των μερών του όπως την θέση του δαχτύλου.



Εικόνα 51: Οι Τιμές στο Transform όλου του Χεριού



Εικόνα 52: Οι Τιμές στο Transform του Index Δαχτύλου

### Μεταφορά επιλογής χρήστη από το προηγούμενο δωμάτιο

Στην έναρξη της εφαρμογής όπως περιγράφηκε και παραπάνω ο χρήστης εκτός από τις ενημερωτικές πληροφορίες που λαμβάνει καλείτε να επιλέξει πιο σύνολο δεδομένων (dataset) επιθυμεί να τρέξει με βάση και την αντίστοιχη κατηγορία στο δωμάτιο της προσομοίωσης. Μέσω του PlayerPrefs δίνεται η δυνατότητα μεταφοράς της επιλογής του χρήστη σε διαφορετικά δωμάτια (scenes) έτσι ώστε να μπορούν να φορτωθούν και τα αντίστοιχα δεδομένα στους κώδικες της προσομοίωσης.

```
PlayerPrefs.SetString("val", "5rotation");
```

Εικόνα 53: Εντολή Επιλογής Προτίμησης Χρήστη



### Έλεγχο προτίμησης χρήστη και εισαγωγή δεδομένων

Στους κώδικες του δωματίου προσομοίωσης πρωταρχικό βήμα είναι η ανάγνωση της επιλογής του χρήστη από το κεντρικό δωμάτιο έτσι ώστε να επιλεγούν τα αντίστοιχα δεδομένα. Αυτό υλοποιείται στην συνάρτηση `void Start()`, μια ειδική συνάρτηση της C# και του Unity που εκτελείται μια μόνο φορά κατά την έναρξη του προγράμματος. Σε αυτό το σημείο παρατηρούμε ότι διαβάζουμε και πάλι την λέξη κλειδί (`KeyName`) που στην προκειμένη περίπτωση είναι η λέξη `val` και περιέχει την επιλογή του χρήστη.

```
void Start()  
{  
    path = PlayerPrefs.GetString("val", "default_path");  
}
```

Εικόνα 54: Εκχώρηση Επιλογής Χρήστη

Τα δεδομένα όπως αναφέραμε και στην εισαγωγή της εφαρμογής προέρχονται από την ειδική πλατφόρμα συλλογής δεδομένων του SmartGlove όπου αφού ανέβουν μετά την ολοκλήρωση της άσκησης γίνονται οπτικοποίηση σε γραφικές παραστάσεις αλλά και εξαγωγή σε `.xlsx` αρχεία. Τα αρχεία αυτά στην συνέχεια τα μεταφορτώνουμε στο Unity και με βάση την προτίμηση του χρήστη τα ανοίγουμε και τα διαβάζουμε.

```
if (path == "fingerfirsts")  
{  
    pathToExcelFile = "Assets/datasets/flex-sensors_groth.xlsx";  
}
```

Εικόνα 55: Εισαγωγή αρχείων `.xlsx`

### Ανάγνωση δεδομένων από αρχείο `xlsx`

Για την ανάγνωση και διαχείριση των δεδομένων από τα `.xlsx` αρχεία χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη `ExcelDataReader`.

Ο ακόλουθος κώδικας υλοποιεί αρχικά το άνοιγμα και τα δικαιώματα πρόσβασης για το αρχείο `.xlsx` ενώ στην συνέχεια ξεκινάει το διάβασμα των δεδομένων από το αρχείο με σχετικούς ελέγχους όπως το αν υπάρχουν γραμμές δεδομένων στο `.xlsx` έτσι ώστε να μπορέσει στο τέλος να κλείσει σωστά το διάβασμα από το αρχείο.



```
using (FileStream stream = File.Open(pathToExcelFile, FileMode.Open, FileAccess.Read))
{
    using (IExcelDataReader excelReader = ExcelReaderFactory.CreateReader(stream))
    {
        // Διάβασμα δεδομένων από το αρχείο
        DataSet result = excelReader.AsDataSet();
        DataTable table = result.Tables[0];

        // Έλεγχος αν υπάρχουν αρκετές γραμμές στον πίνακα
        if (currentRow < table.Rows.Count)
        {
            // Ανάγνωση δεδομένων περιστροφής από τις στήλες x, y, z
            float targetRotationZ = float.Parse(table.Rows[currentRow][1].ToString()); ;
        }
    }
}
```

Εικόνα 56: Κώδικας Ανάγνωσης Αρχείων .xlsx

### Υπολογισμός με βάση τα δεδομένα των αισθητήρων των νέων θέσεων του χεριού

Με βάση τα δεδομένα των .xlsx αρχείων και των αρχικών θέσεων του χεριού γίνεται η κανονικοποίηση των δεδομένων και οι υπολογισμοί απόκλισης καταλήγοντας στην επόμενη θέση (newz). Στην συνέχεια χρησιμοποιούμε την μέθοδο Quaternion.Euler που χρησιμοποιείται στο Unity για τη δημιουργία ενός quaternion που αντιπροσωπεύει μια περιστροφή γύρω από τους τρεις κύριους άξονες (X, Y, Z) με βάση τις γωνίες Euler.

Τα quaternions είναι μαθηματικές δομές που χρησιμοποιούνται ευρέως στον τρισδιάστατο χώρο για την αναπαράσταση περιστροφών. Είναι μια επέκταση των πολυπλοκομέτρων και παρουσιάζουν ορισμένες σημαντικές ιδιότητες που τα καθιστούν χρήσιμα στον τομέα των γραφικών, της ρομποτικής, της φυσικής και άλλων εφαρμογών.

Ένα quaternion αποτελείται από τέσσερις συνιστώσεις (w, x, y, z), όπου το w είναι η πραγματική συνιστώσα, ενώ τα x, y, και z είναι οι φανταστικές συνιστώσες. Η αναπαράσταση αυτή επιτρέπει την περιστροφή σημείων ή αντικειμένων στον χώρο.

Οι quaternions έχουν την ιδιότητα ότι συνδυάζονται εύκολα μεταξύ τους, κάτι που τους καθιστά κατάλληλους για την αναπαράσταση συνεχών περιστροφών. Αντίθετα με τις γωνιακές περιστροφές που μπορεί να είναι δυσεπίλυτες και να οδηγούν σε σφάλματα (gimbal lock), τα quaternions αποφεύγουν αυτό το πρόβλημα.

Στο πλαίσιο της χρήσης του Unity, τα quaternions χρησιμοποιούνται ευρέως για την αναπαράσταση και τον υπολογισμό περιστροφών αντικειμένων στον χώρο του 3D.



```
targetRotation = Quaternion.Euler(-164.497f, 90.301f, newz);
```

*Εικόνα 57: Η Χρήση των Quaternions*

### Εφαρμογή νέων θέσεων στο εικονικό χέρι

Αφού γίνει ο τελικός υπολογισμός μέσω της μεθόδου, η νέα θέση ενημερώνεται στο εικονικό χέρι μέσω του transform.rotation. Στο Unity, το transform.rotation αναφέρεται στην περιστροφή ενός Game Object (αντικειμένου) στον τρισδιάστατο χώρο. Η transform είναι μια ιδιότητα που ανήκει σε κάθε Game Object και παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη θέση, την κλίση (scale) και την περιστροφή του αντικειμένου.

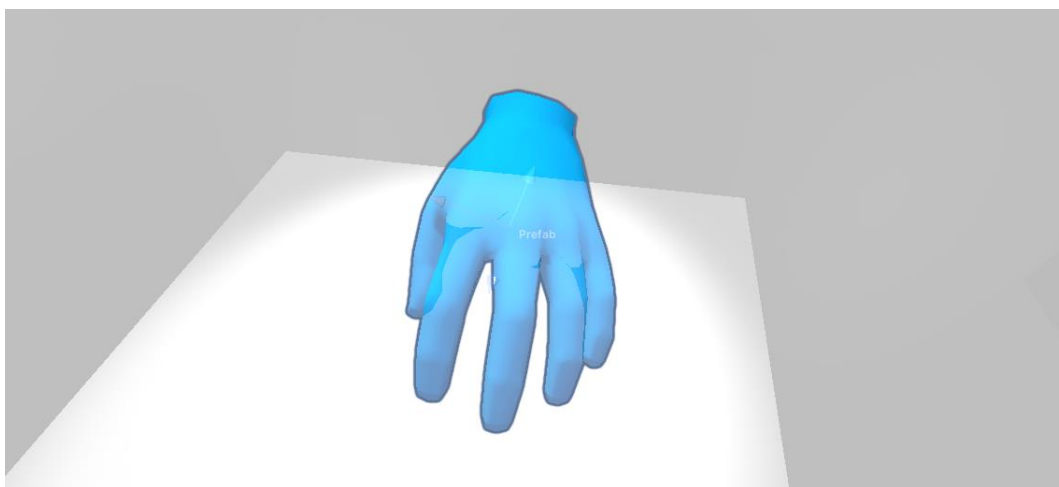
Η transform.rotation είναι μια τιμή τύπου Quaternion που καθορίζει την περιστροφή του αντικειμένου γύρω από το κέντρο του. Το Quaternion περιγράφει τον προσανατολισμό του αντικειμένου στον χώρο, και μπορεί να παίρνει τιμές από το Unity Quaternion System.

```
transform.rotation = targetRotation;
```

*Εικόνα 58: Εκχώρηση σε transform.rotation*

### Το Εικονικό Χέρι

Για την προσομοίωση των δεδομένων και ειδικά για την προσομοίωση δεδομένων από ασθενής με νόσο Πάρκινσον χρειάστηκε ένα εικονικό χέρι κατάλληλο να δεχτεί τόσο τα διάφορα σύνολα δεδομένων όσο και να είναι προσβάσιμο μέσω από συσκευές VR. Τα Meta Quest για αυτό το σκοπό παρέχουν ένα εικονικό χέρι (prefab) με δυνατότητα πρόσβασης στα διάφορα μέρη του χεριού.



*Εικόνα 59: Το Εικονικό Χέρι ως Prefab*



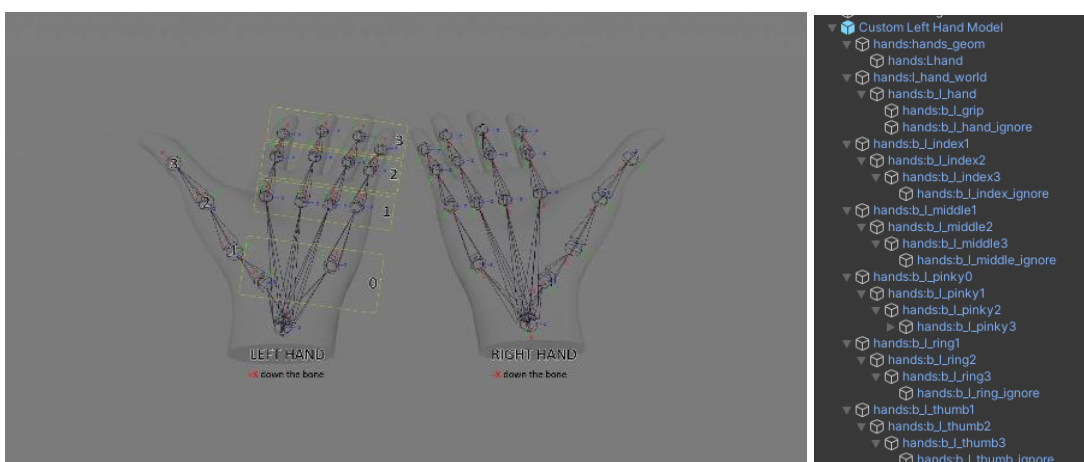
Στο Unity, τα Prefabs ακολουθούν μια ιεραρχία στη δομή τους, που καθορίζει τη σειρά με την οποία τα στοιχεία του Prefab συναπτόμενα σε αυτό θα είναι οργανωμένα. Η ιεραρχία των στοιχείων ενός Prefab είναι σημαντική για το πώς αυτά τα στοιχεία θα εμφανίζονται και θα συμπεριφέρονται κατά την εκτέλεση.

Η ιεραρχία σε ένα Prefab μπορεί να περιλαμβάνει τα εξής επίπεδα:

- **Root (Ρίζα):** Αυτό είναι το κύριο στοιχείο στην ιεραρχία του Prefab, το οποίο περιλαμβάνει όλα τα υπόλοιπα στοιχεία. Είναι συνήθως το πρώτο παιδί στο Prefab και παίζει το ρόλο του κύριου αντικειμένου.
- **Υποκείμενα (Children):** Αυτά είναι τα στοιχεία που περιλαμβάνονται ως παιδιά του ριζικού στοιχείου. Κάθε υποκείμενο μπορεί να έχει τα δικά του παιδιά, δημιουργώντας μια ιεραρχική δομή.
- **Υποκείμενα Υποκείμενων (Nested Children):** Αυτά είναι τα παιδιά των παιδιών, που δημιουργούν μια βαθύτερη ιεραρχία.

Η ιεραρχία αυτή είναι σημαντική για το πώς τα στοιχεία του Prefab θα αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και πώς θα επηρεάζονται από τις μετασχηματίσεις (μεταφορά, κλίση κ.α.) που εφαρμόζονται στο ριζικό στοιχείο. Η αλλαγή στην ιεραρχία μπορεί να επηρεάσει τη συμπεριφορά των Prefabs κατά την εκτέλεση τους σε σκηνές.

Η ακόλουθη εικόνα μας δείχνει για κάθε χέρι τα σημεία στα οποία έχουμε πρόσβαση καταλήγοντας στο ότι είναι αρκετά για να προσομοιώσουν ένα ανθρώπινο χέρι με υψηλή ακρίβεια και ευαισθησία.



Εικόνα 60: Τα Σημεία του Εικονικού Χεριού



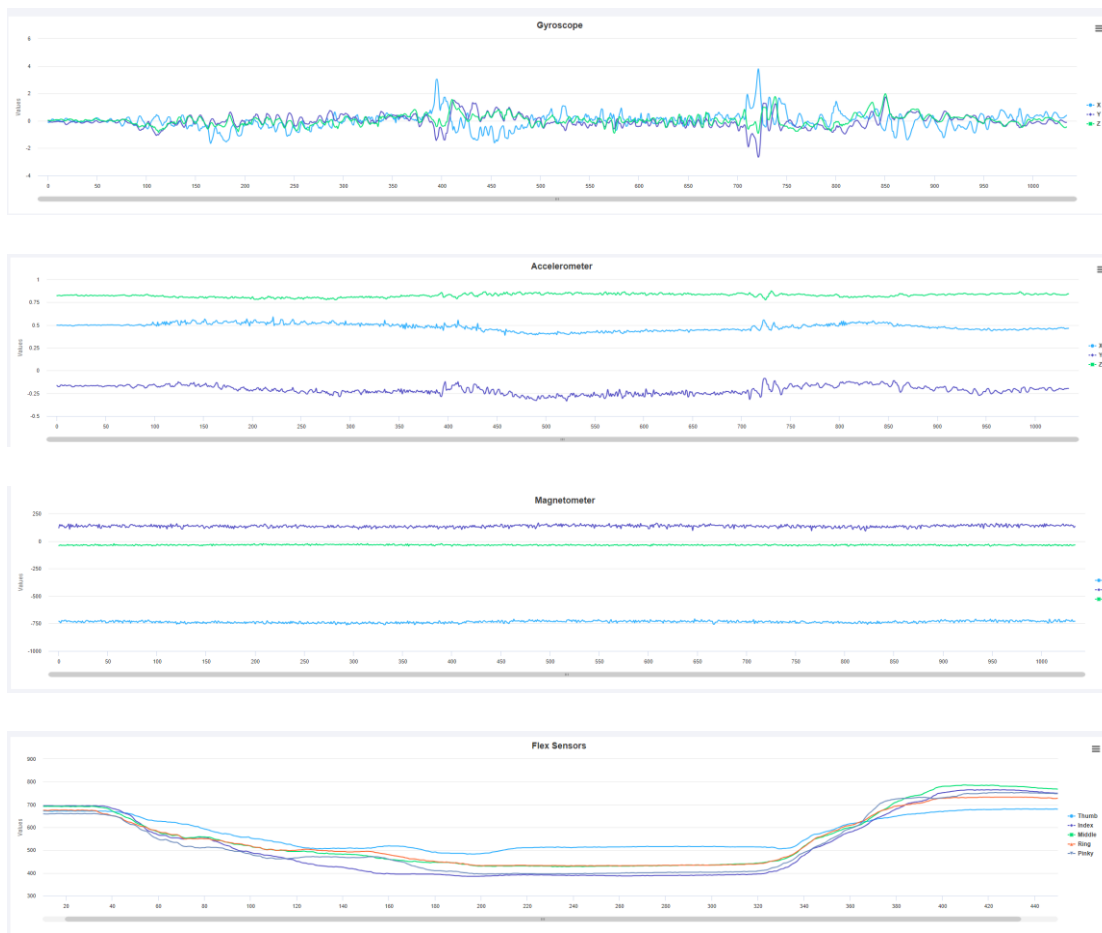
### Ανάλυση των Δεδομένων:

Για να φτάσουμε στην οπτικοποίηση των δεδομένων βασικός μας στόχος ήταν η κατανόηση των δεδομένων από το SmartGlove, αναλυτικά είχαμε τα εξής δεδομένα:

- **Δεδομένα γυροσκοπίου (Gyroscope Data):**
  - Το γυροσκόπιο μετρά την γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της συσκευής γύρω από τους τρεις άξονες.
  - Χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της γωνιακής θέσης και της κατεύθυνσης της συσκευής. Συνήθως χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλους αισθητήρες για την εξασφάλιση ολοκληρωμένων δεδομένων κίνησης.
- **Δεδομένα αξελερόμετρου (Accelerometer Data):**
  - Το αξελερόμετρο μετρά την επιτάχυνση της συσκευής κατά μήκος των τριών άξονων.
  - Χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της επιτάχυνσης της συσκευής και της κατεύθυνσης της βαρύτητας. Συχνά χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του προσανατολισμού.
- **Δεδομένα μαγνητόμετρου (Magnetometer Data):**
  - Το μαγνητόμετρο μετρά το μαγνητικό πεδίο της γης.
  - Χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του προσανατολισμού της συσκευής ως προς το μαγνητικό πεδίο της γης. Συνήθως χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με γυροσκόπιο και αξελερόμετρο.
- **Δεδομένα αισθητήρων δακτύλων (Finger Sensors Data):**
  - Οι αισθητήρες δακτύλων μετρούν τη θέση, την κίνηση και την πίεση των δακτύλων.
  - Χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση και τον έλεγχο των κινήσεων των δακτύλων.

Με βάση αυτά τα δεδομένα και με την σύγκριση με τις γραφικές παραστάσεις φτάσαμε στην κανονικοποίηση των δεδομένων με χρήση συντελεστών διαφορετικών για κάθε μέρος και δακτύλου του εικονικού χεριού.





Εικόνα 61: Γραφικές Παραστάσεις Δεδομένων

## Λειτουργικότητα Δωματίου Προσομοίωσης

Όπως περιεγράφηκαν αναλυτικά παραπάνω το δωμάτιο προσομοίωσης λειτουργεί έχοντας την επιλογή του χρήστη και φορτώνοντας τα κατάλληλα δεδομένα στο Εικονικό Χέρι. Όπως επίσης έγινε γνωστό συνοπτικά τα δεδομένα που λαμβάνουμε από το SmartGlove είναι δεδομένα Αξελερόμετρου, Γυροσκοπίου, Μαγνητόμετρου και Δεδομένα Δακτύλων. Τα δεδομένα Αξελερόμετρου, Γυροσκοπίου, Μαγνητόμετρου εφαρμόζονται στο σύνολο του εικονικού χεριού (root) για τον επηρεασμό όλων των επιμέρους τμημάτων (children και nested children) ενώ τα δεδομένα των δακτύλων εφαρμόζονται σε κάθε δάκτυλο και κάθε μέρος του δακτύλου ξεχωριστά για να πετύχουμε το βέλτιστο αποτέλεσμα. Η προσομοίωση γίνεται σε αργή προβολή έτσι ώστε να εμφανιστεί και η παραμικρή λεπτομέρεια. Ο χρήστης καθόλη την διάρκεια της προσομοίωσης μπορεί να μετακινείται στο χώρο και να βλέπει από όλες τις οπτικές το εικονικό χέρι όπως και από οποιαδήποτε απόσταση επιθυμεί.



Εικόνα 62: Προβολή Χεριού από Διάφορες Οπτικές

### Το δωμάτιο LEAP

Το Leap Motion Controller, μια μικρή συσκευή που μπορεί να τοποθετηθεί σε ένα γραφείο ή σε άλλες επιφάνειες στοχεύει στο να παρακολουθεί τις κινήσεις των χεριών και των δακτύλων σε τρισδιάστατο χώρο. Το Leap Motion Controller χρησιμοποιεί αισθητήρες υπερύθρων και κάμερες για να καταγράφει τις κινήσεις των χεριών και των δακτύλων του χρήστη με υψηλή ακρίβεια.



Εικόνα 63: Το Leap Motion



Η τεχνολογία προοριζόταν αρχικά για χρήση σε εφαρμογές υπολογιστών, περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας (VR) και επαυξημένης πραγματικότητας (AR). Κέρδισε την προσοχή για τις δυνατότητές του να παρέχει έναν πιο φυσικό και καθηλωτικό τρόπο αλληλεπίδρασης με ψηφιακό περιεχόμενο, επιτρέποντας στους χρήστες να ελέγχουν τις εφαρμογές μέσω χειρονομιών και κινήσεων.

Η συσκευή αυτή αποτέλεσε πρόκληση για εμάς, στα βασικά ζητήματα που υπήρξαν ήταν:

- Αν η συσκευή θα λειτουργεί σε συνδυασμό με το SmartGlove
- Η σωστή τοποθέτηση της συσκευής στα VR Quest
- Η δυνατότητα οπτικοποίησης των αντίστοιχων μερών του χεριού σε σύγκριση με το SmartGlove

Με βάση τα παραπάνω το πρώτο μας βήμα ήταν η εκτύπωση μιας 3D βάσης για το Leap η οποία θα τοποθετούνταν στο VR.



Εικόνα 64: Η Εκτύπωση της Βάσης του Leap

Μετά την επιτυχή εκτύπωση η βάση ενσωματώθηκε στην συσκευή VR. Η σωστή τοποθέτηση της βάσης προέκυψε από διάφορες δοκιμές καταλήγοντας ότι λίγο πιο πάνω από το κέντρο της συσκευής VR η κάλυψη των χεριών είναι πλήρης και δεν περιορίζονται οι ενσωματωμένες κάμερες της συσκευής.



*Εικόνα 65: Τοποθέτηση του Leap σε Meta Quest 2*

Τελευταίο βήμα ήταν η δημιουργία του περιβάλλοντος και η αναπαράσταση του χεριού. Στο δωμάτιο που δημιουργήθηκε ο χρήστης είχε την δυνατότητα να βλέπει το τρισδιάστατο μέρος του χεριού του με υψηλή ανάλυση και ακρίβεια έτσι ώστε να μπορεί να γίνεται λεπτομερή καταγραφή των κινήσεων του κάθε μέρους του χεριού. Επίσης ο συνδυασμός SmartGlove και Leap Motion δεν προκάλεσε κανένα πρόβλημα κατά την οπτικοποίηση. Έτσι η σύγκριση ήταν άμεση και αντιληπτή.





Εικόνα 66: Προβολή Χεριού μέσω του Leap

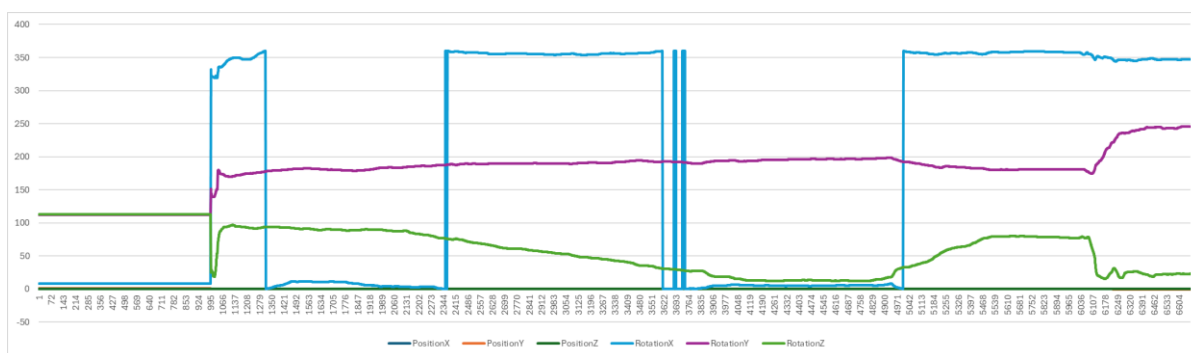
Για την σύγκριση και επαλήθευση των αποτελέσματος οι κινήσεις που πραγματοποιούνταν μέσω του LeapMotion και συγχρόνως με το SmartGlove καταγράφονταν. Για αυτό το σκοπό χρειάστηκε σε κάθε μέρος των δαχτύλων του εικονικού χεριού του LeapMotion να προσθέσουμε scripts για την εξαγωγή των κινήσεων σε .csv. Τα χαρακτηριστικά που καταγράψαμε από το εικονικό χέρι ήταν:

- Time
- PositionX



- PositionY
- PositionZ
- RotationX
- RotationY
- RotationZ

Ενώ στην συνέχεια τα δεδομένα αυτά αναπαραστάθηκαν σε γραφικές παραστάσεις για την καλύτερη κατανόηση και σύγκριση τους.

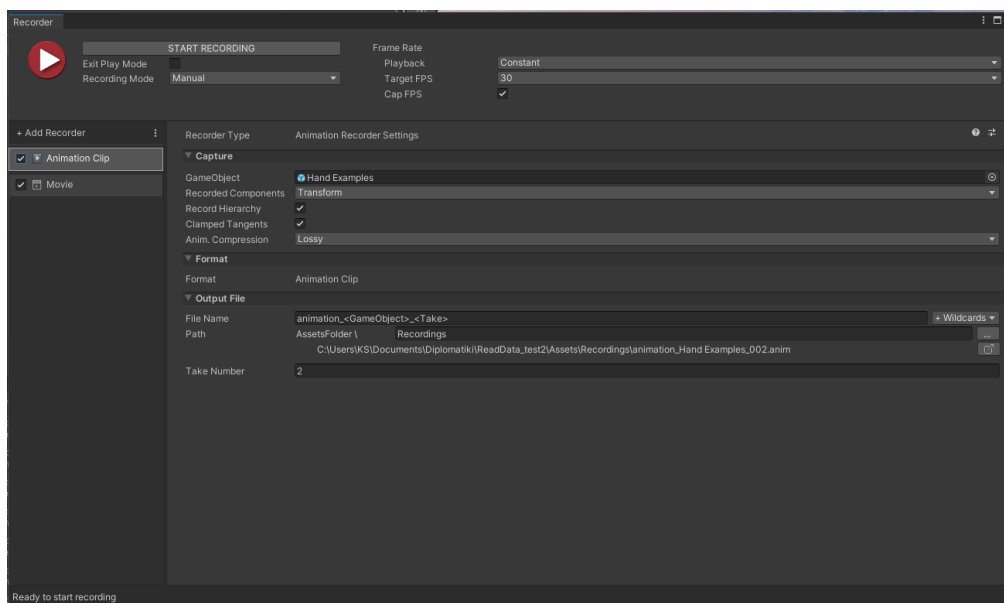


Εικόνα 67: Εξαγωγή Δεδομένων μέσω script και δημιουργία γραφικής παράστασης

Όπως παρατηρούμε στις παραπάνω Εικόνες και η γραφική παράσταση από το SmartGlove αλλά και η γραφική παράσταση από την εξαγωγή δεδομένων μέσω του LeapMotion αποτυπώνουν κοινά δεδομένα. Ένα πρόβλημα που εντοπίστηκε στην χρήση του LeapMotion ήταν ότι όταν δεν εντοπίζεται χέρι τότε πολλές φορές παράγει πολύ υψηλές τιμές, γιαυτό το σκοπό τα δεδομένα αυτά χρειάστηκε να αφαιρεθούν για να φτιάσουμε στην τελική έκδοση της γραφικής παράστασης κάτι το οποίο δεν συμβαίνει με το SmartGlove όπου οι γραφικές παραστάσεις είναι αυτούσιες.

Σε κάθε βήμα της πειραματικής διαδικασίας υπήρχε η δυνατότητα καταγραφής τόσο του αντικειμένου που κινούνταν όσο και ολόκληρου του δωματίου έτσι ώστε ο ειδικός που θα επεξεργαστεί τα δεδομένα να μπορεί να έχει και μια οπτική σύγκριση δύο περιπτώσεων.





Εικόνα 68: Το Περιβάλλον Καταγραφής



## 7. Συμπεράσματα

Η διπλωματική αυτή με τίτλο "Εξατομικευμένη οπτικοποίηση των χειρονομιών ασθενών με νόσο του Πάρκινσον με τη χρήση εικονικής πραγματικότητας" ξεκίνησε ένα ταξίδι για να εξερευνήσει τη διασταύρωση της εξατομικευμένης οπτικοποίησης, της νόσου του Πάρκινσον και της εικονικής πραγματικότητας (VR). Μέσα από μια συστηματική έρευνα και πρακτική εφαρμογή, προέκυψαν διάφορα βασικά συμπεράσματα για το αντίκτυπο και τις μελλοντικές κατευθύνσεις αυτής της καινοτόμου προσέγγισης.

### 7.1 Συμπεράσματα

#### ✓ Εξελίξεις στη διαχείριση της νόσου του Πάρκινσον

Η εξατομικευμένη απεικόνιση των χειρονομιών των ασθενών με νόσο του Πάρκινσον με τη χρήση VR παρουσιάζει μια νέα οδό για την ενίσχυση της διαχείρισης και της κατανόησης αυτής της πολύπλοκης νευρολογικής πάθησης. Με την ενσωμάτωση των εμπυθιστικών τεχνολογιών με την εξατομικευμένη οπτικοποίηση δεδομένων, οι επαγγελματίες υγείας και οι ασθενείς μπορούν να αποκτήσουν βαθύτερη εικόνα των αποχρώσεων των συμπτωμάτων, της εξέλιξης και των αντιδράσεων στη θεραπεία της νόσου του Πάρκινσον.

#### ✓ Προσαρμοσμένες παρεμβάσεις και αποκατάσταση

Η αξιοποίηση της εξατομικευμένης απεικόνισης σε VR ανοίγει νέες δυνατότητες για εξατομικευμένες παρεμβάσεις και στρατηγικές αποκατάστασης. Με την οπτικοποίηση δεδομένων που αφορούν συγκεκριμένους ασθενείς σε ένα εικονικό περιβάλλον, οι κλινικοί γιατροί μπορούν να σχεδιάσουν στοχευμένα προγράμματα θεραπείας που αντιμετωπίζουν μεμονωμένες κινητικές βλάβες, γνωστικές προκλήσεις και ψυχοκοινωνικές ανάγκες. Αυτή η εξατομικευμένη προσέγγιση έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει τα αποτελέσματα της θεραπείας και την ποιότητα ζωής των ασθενών με Πάρκινσον.



✓ **Ενίσχυση της δέσμευσης και της εκπαίδευσης των ασθενών**

Η εξατομικευμένη απεικόνιση ενδυναμώνει τους ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον ώστε να συμμετέχουν ενεργά στο θεραπευτικό τους ταξίδι και να αποκτήσουν βαθύτερη κατανόηση της κατάστασής τους. Μέσω καθηλωτικών εμπειριών VR, τα άτομα μπορούν να οπτικοποιήσουν τις δικές τους κινήσεις, να παρακολουθήσουν την πρόοδο με την πάροδο του χρόνου και να λάβουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τη φροντίδα τους σε συνεργασία με τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης.

Τα ευρήματα της παρούσας διατριβής υπογραμμίζουν τις μετασχηματιστικές δυνατότητες της εξατομικευμένης απεικόνισης στον τομέα της έρευνας για τη νόσο του Πάρκινσον και της παροχής υγειονομικής περίθαλψης. Αξιοποιώντας τις δυνατότητες της εικονικής πραγματικότητας και της εξατομικευμένης οπτικοποίησης δεδομένων, οι ερευνητές μπορούν να αποκτήσουν βαθύτερη γνώση των μηχανισμών της νόσου, του προσδιορισμού βιοδεικτών και της αποτελεσματικότητας της θεραπείας, ανοίγοντας το δρόμο για πιο στοχευμένες παρεμβάσεις και βελτιωμένα αποτελέσματα για τους ασθενείς.

Συμπερασματικά, η εξατομικευμένη οπτικοποίηση των χειρονομιών των ασθενών με νόσο του Πάρκινσον με τη χρήση VR αντιπροσωπεύει μια αλλαγή παραδείγματος στον τρόπο με τον οποίο κατανοούμε, διαχειριζόμαστε και θεραπεύουμε αυτή την εξουθενωτική πάθηση. Αγκαλιάζοντας την καινοτομία και τη συνεργασία μεταξύ των επιστημονικών κλάδων, μπορούμε να αξιοποιήσουμε το πλήρες δυναμικό της εξατομικευμένης οπτικοποίησης για να μεταμορφώσουμε τη ζωή των ασθενών με νόσο του Πάρκινσον και να προωθήσουμε τη συλλογική μας κατανόηση των νευρολογικών διαταραχών.

## **7.2 Μελλοντικές Επεκτάσεις**

Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε στην εργασία αυτή θέτει τα θεμέλια για καινοτόμες προσεγγίσεις στη διαχείριση της νόσου του Πάρκινσον. Καθώς η τεχνολογία και η υγειονομική περίθαλψη συνεχίζουν να εξελίσσονται, αναδύονται διάφορες μελλοντικές επεκτάσεις και δρόμοι προς διερεύνηση, διαμορφώνοντας την πορεία της εξατομικευμένης οπτικοποίησης στη φροντίδα της νόσου Πάρκινσον.



Οι μελλοντικές επεκτάσεις θα μπορούσαν να επικεντρωθούν στην τελειοποίηση των αλγορίθμων αναγνώρισης χειρονομιών για τη βελτίωση της ακρίβειας και της ευαισθησίας. Η ενσωμάτωση τεχνικών μηχανικής μάθησης και τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να ενισχύσει την ικανότητα του συστήματος να ανιχνεύει λεπτές κινητικές ανωμαλίες και διακυμάνσεις στις χειρονομίες των ασθενών με Πάρκινσον, διευκολύνοντας ακριβέστερες στρατηγικές αξιολόγησης και παρέμβασης.

Η επέκταση της εφαρμογής ώστε να περιλαμβάνει διαχρονική παρακολούθηση και ανάλυση δεδομένων επιτρέπει την ολοκληρωμένη κατανόηση της εξέλιξης της νόσου του Πάρκινσον. Με την οπτικοποίηση των αλλαγών στις χειρονομίες των ασθενών με την πάροδο του χρόνου, οι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να εντοπίσουν τάσεις, μοτίβα και πιθανούς βιοδείκτες που ενημερώνουν για εξατομικευμένα σχέδια θεραπείας και προβλέπουν την πορεία της νόσου.

Η ενσωμάτωση της φορητής τεχνολογίας, όπως τα έξυπνα ρολόγια και οι αισθητήρες κίνησης, σε εξατομικευμένα συστήματα απεικόνισης επιτρέπει τη συνεχή παρακολούθηση των κινήσεων των ασθενών με νόσο Πάρκινσον σε πραγματικές συνθήκες. Η ενσωμάτωση δεδομένων από φορητές συσκευές με πλατφόρμες απεικόνισης βασισμένες σε VR παρέχει μια ολιστική εικόνα της κινητικής λειτουργίας των ασθενών και επιτρέπει την εξ αποστάσεως παρακολούθηση και παρέμβαση.

Τέλος η δυνατότητα παροχής ειδικών ασκήσεων και συμβουλών μέσα από ένα ολοκληρωμένο σύστημα θα μπορούσε να δυναμώσει την αυτοπεποίθηση των ασθενών αλλά και να δώσει χρήσιμες πληροφορίες στους ειδικούς.

Εν κατακλείδι, οι μελλοντικές επεκτάσεις της εφαρμογής σχετικά με την εξατομικευμένη οπτικοποίηση των χειρονομιών των ασθενών με νόσο του Πάρκινσον με τη χρήση VR έχουν τεράστιες δυνατότητες να φέρουν επανάσταση στη φροντίδα της νόσου του Πάρκινσον. Αγκαλιάζοντας τις τεχνολογικές εξελίξεις, προωθώντας τη συνεργασία και δίνοντας προτεραιότητα στις ασθενοκεντρικές προσεγγίσεις, οι μελλοντικές επεκτάσεις μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση των αποτελεσμάτων, στην ενισχυμένη δέσμευση των ασθενών και, τελικά, στην καλύτερη ποιότητα ζωής των ατόμων που ζουν με τη νόσο του Πάρκινσον.



## Βιβλιογραφία

- [1] “Δύο λόγια για την Ιστορία της Πάρκινσον.”
- [2] J. G. Goldman and C. G. Goetz, “History of Parkinson’s disease,” 2007, pp. 107–128. doi: 10.1016/S0072-9752(07)83005-3.
- [3] C. G. Goetz, “The History of Parkinson’s Disease: Early Clinical Descriptions and Neurological Therapies,” *Cold Spring Harb Perspect Med*, vol. 1, no. 1, pp. a008862–a008862, Sep. 2011, doi: 10.1101/cshperspect.a008862.
- [4] A. J. Lees, J. Hardy, and T. Revesz, “Parkinson’s disease,” *The Lancet*, vol. 373, no. 9680, pp. 2055–2066, Jun. 2009, doi: 10.1016/S0140-6736(09)60492-X.
- [5] M. A. Hickey and M.-F. Chesselet, “Apoptosis in Huntington’s disease,” *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*, vol. 27, no. 2, pp. 255–265, Apr. 2003, doi: 10.1016/S0278-5846(03)00021-6.
- [6] L. V Kalia and A. E. Lang, “Parkinson’s disease,” *The Lancet*, vol. 386, no. 9996, pp. 896–912, Aug. 2015, doi: 10.1016/S0140-6736(14)61393-3.
- [7] J. Jankovic, “Parkinson’s disease: clinical features and diagnosis,” *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, vol. 79, no. 4, pp. 368–376, Apr. 2008, doi: 10.1136/jnnp.2007.131045.
- [8] A. Kouli, K. M. Torsney, and W.-L. Kuan, “Parkinson’s Disease: Etiology, Neuropathology, and Pathogenesis,” in *Parkinson’s Disease: Pathogenesis and Clinical Aspects*, Codon Publications, 2018, pp. 3–26. doi: 10.15586/codonpublications.parkinsonsdisease.2018.ch1.
- [9] C. W. Olanow, M. B. Stern, and K. Sethi, “The scientific and clinical basis for the treatment of Parkinson disease (2009),” *Neurology*, vol. 72, no. 21\_supplement\_4, May 2009, doi: 10.1212/WNL.0b013e3181a1d44c.
- [10] B. S. Connolly and A. E. Lang, “Pharmacological Treatment of Parkinson Disease,” *JAMA*, vol. 311, no. 16, p. 1670, Apr. 2014, doi: 10.1001/jama.2014.3654.
- [11] I. Wohlgenannt, A. Simons, and S. Stieglitz, “Virtual Reality,” *Business & Information Systems Engineering*, vol. 62, no. 5, pp. 455–461, Oct. 2020, doi: 10.1007/s12599-020-00658-9.
- [12] N. E. Seymour *et al.*, “Virtual Reality Training Improves Operating Room Performance,” *Ann Surg*, vol. 236, no. 4, pp. 458–464, Oct. 2002, doi: 10.1097/00000658-200210000-00008.
- [13] K. E. Laver, B. Lange, S. George, J. E. Deutsch, G. Saposnik, and M. Crotty, “Virtual reality for stroke rehabilitation,” *Cochrane Database of Systematic Reviews*, vol. 2018, no. 1, Nov. 2017, doi: 10.1002/14651858.CD008349.pub4.
- [14] B. O. Rothbaum *et al.*, “A Randomized, Double-Blind Evaluation of  $\alpha$ -Cycloserine or Alprazolam Combined With Virtual Reality Exposure Therapy for Posttraumatic Stress Disorder in Iraq and Afghanistan War Veterans,” *American*



- Journal of Psychiatry*, vol. 171, no. 6, pp. 640–648, Jun. 2014, doi: 10.1176/appi.ajp.2014.13121625.
- [15] H. G. Hoffman *et al.*, “Virtual Reality as an Adjunctive Non-pharmacologic Analgesic for Acute Burn Pain During Medical Procedures,” *Annals of Behavioral Medicine*, vol. 41, no. 2, pp. 183–191, Apr. 2011, doi: 10.1007/s12160-010-9248-7.
- [16] J. Pottle, “Virtual reality and the transformation of medical education,” *Future Healthc J*, vol. 6, no. 3, pp. 181–185, Oct. 2019, doi: 10.7861/fhj.2019-0036.
- [17] B. K. Wiederhold and G. Riva, “Virtual Reality Therapy: Emerging Topics and Future Challenges,” *Cyberpsychol Behav Soc Netw*, vol. 22, no. 1, pp. 3–6, Jan. 2019, doi: 10.1089/cyber.2018.29136.bkw.
- [18] C. J. Bohil, B. Alicea, and F. A. Biocca, “Virtual reality in neuroscience research and therapy,” *Nat Rev Neurosci*, vol. 12, no. 12, pp. 752–762, Dec. 2011, doi: 10.1038/nrn3122.
- [19] A. Mirelman, I. Maidan, and J. E. Deutsch, “Virtual reality and motor imagery: Promising tools for assessment and therapy in Parkinson’s disease,” *Movement Disorders*, vol. 28, no. 11, pp. 1597–1608, Sep. 2013, doi: 10.1002/mds.25670.
- [20] G. Saposnik *et al.*, “Effectiveness of Virtual Reality Using Wii Gaming Technology in Stroke Rehabilitation,” *Stroke*, vol. 41, no. 7, pp. 1477–1484, Jul. 2010, doi: 10.1161/STROKEAHA.110.584979.
- [21] M. Slater, P. Khanna, J. Mortensen, and I. Yu, “Visual Realism Enhances Realistic Response in an Immersive Virtual Environment,” *IEEE Comput Graph Appl*, vol. 29, no. 3, pp. 76–84, May 2009, doi: 10.1109/MCG.2009.55.
- [22] R. P. McMahan, D. A. Bowman, D. J. Zielinski, and R. B. Brady, “Evaluating Display Fidelity and Interaction Fidelity in a Virtual Reality Game,” *IEEE Trans Vis Comput Graph*, vol. 18, no. 4, pp. 626–633, Apr. 2012, doi: 10.1109/TVCG.2012.43.
- [23] T. D. Parsons, C. G. Courtney, and M. E. Dawson, “Virtual reality Stroop task for assessment of supervisory attentional processing,” *J Clin Exp Neuropsychol*, vol. 35, no. 8, pp. 812–826, Oct. 2013, doi: 10.1080/13803395.2013.824556.
- [24] R. Serena, N. Francesco, and P. Veronica, “VR, AR, MR in Healthcare: The Role of Immersive Technologies in Medical Training,” *frontiersin*, 2024.
- [25] H. Afzal, S. Haad, H. Faizan, U. Nasir, and G. Turab Latif, “Unity Game Development Engine: A Technical Survey,” *University of Sindh Journal of Information and Communication Technology(USJICT)*, 2020.
- [26] “PRISMA Statement.”
- [27] F. Nardi, S. Haar, and A. A. Faisal, “Bill-EVR: An Embodied Virtual Reality Framework for Reward-and-Error-Based Motor Rehab-Learning,” in *2023 International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR)*, IEEE, Sep. 2023, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICORR58425.2023.10304742.





- [28] N. O. Conner *et al.*, “Virtual Reality Induced Symptoms and Effects: Concerns, Causes, Assessment & Mitigation,” *Virtual Worlds*, vol. 1, no. 2, pp. 130–146, Nov. 2022, doi: 10.3390/virtualworlds1020008.
- [29] J. M. Mota, R. Baena-Perez, I. Ruiz-Rube, M. J. P. Duarte, A. Ruiz-Castellanos, and J. M. Correro-Barquin, “Spatial Augmented Reality System with functions focused on the rehabilitation of Parkinson’s patients,” in *2021 International Symposium on Computers in Education (SIIE)*, IEEE, Sep. 2021, pp. 1–5. doi: 10.1109/SIIE53363.2021.9583636.
- [30] J. Amirthalingam *et al.*, “Virtual Reality Intervention to Help Improve Motor Function in Patients Undergoing Rehabilitation for Cerebral Palsy, Parkinson’s Disease, or Stroke: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials,” *Cureus*, Jul. 2021, doi: 10.7759/cureus.16763.
- [31] T. H. Turner, A. Atkins, and R. S. E. Keefe, “Virtual Reality Functional Capacity Assessment Tool (VRFCAT-SL) in Parkinson’s Disease,” *J Parkinsons Dis*, vol. 11, no. 4, pp. 1917–1925, Oct. 2021, doi: 10.3233/JPD-212688.
- [32] L. C. de Oliveira *et al.*, “Application of Serious Games based on Virtual Reality for Rehabilitation of Patients with Parkinson’s Disease through a Wrist Orthosis,” in *2020 22nd Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR)*, IEEE, Nov. 2020, pp. 306–312. doi: 10.1109/SVR51698.2020.00053.
- [33] E. Ruzicky, J. Lacko, J. Stefanovic, J. Hlavac, and M. Sramka, “Processing and Visualization of Medical Data in a Multiuser Environment Using Artificial Intelligence,” in *2020 Cybernetics & Informatics (K&I)*, IEEE, Jan. 2020, pp. 1–5. doi: 10.1109/KI48306.2020.9039890.
- [34] Y.-W. Wang, C.-H. Chen, and Y.-C. Lin, “Balance Rehabilitation System for Parkinson’s Disease Patients based on Augmented Reality,” in *2020 IEEE Eurasia Conference on IOT, Communication and Engineering (ECICE)*, IEEE, Oct. 2020, pp. 191–194. doi: 10.1109/ECICE50847.2020.9302018.
- [35] M. A. Cidota, P. J. M. Bank, and S. G. Lukosch, “Design Recommendations for Augmented Reality Games for Objective Assessment of Upper Extremity Motor Dysfunction,” in *2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, IEEE, Mar. 2019, pp. 1430–1438. doi: 10.1109/VR.2019.8797729.
- [36] M. A. Cidota, S. G. Lukosch, P. J. M. Bank, and P. W. Ouwehand, “Towards Engaging Upper Extremity Motor Dysfunction Assessment Using Augmented Reality Games,” in *2017 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR-Adjunct)*, IEEE, Oct. 2017, pp. 275–278. doi: 10.1109/ISMAR-Adjunct.2017.88.
- [37] R. Gallagher, W. G. Werner, H. Damodaran, and J. E. Deutsch, “Influence of cueing, feedback and directed attention on cycling in a virtual environment: Preliminary findings in healthy adults and persons with Parkinson’s disease,” in *2015 International Conference on Virtual Rehabilitation (ICVR)*, IEEE, Jun. 2015, pp. 11–17. doi: 10.1109/ICVR.2015.7358596.



- [38] Y. Zhao, T. Heida, E. E. H. van Wegen, B. R. Bloem, and R. J. A. van Wezel, “E-health Support in People with Parkinson’s Disease with Smart Glasses: A Survey of User Requirements and Expectations in the Netherlands,” *J Parkinsons Dis*, vol. 5, no. 2, pp. 369–378, Jun. 2015, doi: 10.3233/JPD-150568.
- [39] A. J. Espay *et al.*, “Biomarker-driven phenotyping in Parkinson’s disease: A translational missing link in disease-modifying clinical trials,” *Movement Disorders*, vol. 32, no. 3, pp. 319–324, Mar. 2017, doi: 10.1002/mds.26913.
- [40] Y. Liu, W. Tan, C. Chen, C. Liu, J. Yang, and Y. Zhang, “A Review of the Application of Virtual Reality Technology in the Diagnosis and Treatment of Cognitive Impairment,” *Front Aging Neurosci*, vol. 11, Oct. 2019, doi: 10.3389/fnagi.2019.00280.



## Πηγές Εικόνων

- Εικόνα 1: <https://biblio.sg/an-essay-on-the-shaking-by-parkinson-james/work/109729>
- Εικόνα 2: <https://my.clevelandclinic.org/health/treatments/21088-deep-brain-stimulation>
- Εικόνα 3: <https://blog.encompasshealth.com/2023/01/17/managing-parkinson-s-disease/parkinsons-disease-normal-and-depreciated-substantia-nigra/>
- Εικόνα 4: <https://www.apdaparkinson.org/what-is-parkinsons/symptoms/>
- Εικόνα 5: <https://www.physio-pedia.com/Parkinson%27s>
- Εικόνα 6: <https://www.linkedin.com/pulse/manent-parkinsons-disease-medication-dr-abdul-hadi>
- Εικόνα 7: <https://www.parkinsonsnew.org.au/3d-software-to-improve-success-of-dbs-surgery/>
- Εικόνα 8: <https://www.verywellhealth.com/exercises-for-parkinsons-disease-5217557>
- Εικόνα 9: <https://www.historyofinformation.com/detail.php?id=2785>
- Εικόνα 10: <https://www.dsource.in/course/virtual-reality-introduction/evolution-vr/sword-damocles-head-mounted-display>
- Εικόνα 11: <https://shatpod.com/movies/tron-1982/>
- Εικόνα 12: <https://blog.adafruit.com/2021/03/17/the-nintendo-virtual-boy-an-architectural-analysis-nintendo-vr-reverseengineering/>
- Εικόνα 13: <https://www.globalsat.gr/oculus-quest-2-128gb-advanced-all-in-one-vr-headset>
- Εικόνα 14: <https://virtualrealitypop.com/understanding-haptics-for-vr-2844ed2a1b2f>
- Εικόνα 15: <https://www.jasoren.com/using-virtual-reality-for-surgical-simulation-trainings/>
- Εικόνα 16: <https://www.soldierstrong.org/bravemind/>
- Εικόνα 17: <https://vrscout.com/news/hololens-app-doctors-life-threatening-situations/>
- Εικόνα 18: <https://lightyearhealth.com/virtual-reality-for-pain-management/>
- Εικόνα 19: <https://www.bioscope.health/news/why-virtual-reality-for-pain-management-and-rehabilitation-helps-to-reduce-costs-in-healthcare>
- Εικόνα 20: <https://www.cognihab.com/blog/vret-exposure-therapy/>
- Εικόνα 21: <https://smarttek.solutions/blog/vr-training-for-healthcare-why-your-hospital-needs-it/>
- Εικόνα 22: <https://www.pacificneuroscienceinstitute.org/blog/brain-health/vr-games-could-offer-hope-for-delaying-dementia-2/>



Εικόνα 23: <https://www.softwebsolutions.com/resources/mixed-reality-for-telemedicine.html>

Εικόνα 24: <https://consultqd.clevelandclinic.org/virtual-reality-platforms-dynamic-approach-to-physical-therapy-yields-benefits-in-ms/>

Εικόνα 25: [https://en.wikipedia.org/wiki/Unity\\_%28game\\_engine%29](https://en.wikipedia.org/wiki/Unity_%28game_engine%29)

Εικόνα 31: <https://knowledgeone.ca/the-fascinating-potential-of-vr-for-medical-training/>

Εικόνα 32: <https://ehs.med.uoi.gr/meleti-ygias-ipirou-i-erevna-pou-tha-allaxi-tin-ygia-olon-mas-ygeiamou-gr/>

Εικόνα 60: <https://www.uploadvr.com/oculus-quest-hand-tracking-sdk/>

Εικόνα 63: <https://www.ultraleap.com/leap-motion-controller-whats-included/>