



ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΩΝ ΗΧΟΥ & ΕΙΚΟΝΑΣ

ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Techno-Self: Μια διαδραστική οπτικοακουστική εγκατάσταση εικονικής πραγματικότητας, αποδιδόμενη σε πραγματικό χρόνο, η υλοποίηση της οποίας βασίζεται αποκλειστικά σε βιοσήματα προερχόμενα από το αυτόνομο νευρικό σύστημα του ανθρώπου.

Ευάγγελος Ασλανίδης

Επιβλέπων Καθηγητής: Θωμάς Βαλιανάτος

ΚΕΡΚΥΡΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2025

ΔΗΛΩΣΕΙΣ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ – ΠΑΡΑΧΩΡΗΣΕΩΝ

Το Τμήμα Τεχνών Ήχου και Εικόνας δύναται να χρησιμοποιήσει το αποτέλεσμα της ΠΕ για διδακτικούς, ερευνητικούς, εκπαιδευτικούς σκοπούς, καθώς και για σκοπούς επικοινωνιακής πολιτικής και προώθησης του Τμήματος Τεχνών Εικόνας και Ήχου, για σκοπούς επικαιρότητας και ενημέρωσης και γενικότερα για σκοπούς που δεν έχουν κερδοσκοπικό χαρακτήρα.

Επί της συγκεκριμένης Πτυχιακής Εργασίας δεν υφίσταται κανένα δικαίωμα ή απαίτηση οποιουδήποτε τρίτου (πέρα από τους αναφερόμενους στην παράγραφο Γ.1 του εσωτερικού κανονισμού Πτυχιακών Εργασιών του Πανεπιστημίου). Ρητά, έχω αναφέρει χωρίς καμία παρέκκλιση το όνομα και την προέλευση των πηγών που χρησιμοποίησα κατά τη διάρκεια της υλοποίησης της Πτυχιακής μου Εργασίας.

Συναινώ στην πρόσβαση της επί μέρους δημιουργικής συμβολής μου στην Πτυχιακή Εργασία με οποιαδήποτε μορφή (ενδεικτικά αναλογική, ψηφιακή) στη Βιβλιοθήκη του Τμήματος Τεχνών Εικόνας και Ήχου και στη Βιβλιοθήκη του Ιονίου Πανεπιστημίου για ερευνητικούς, διδακτικούς και εκπαιδευτικούς σκοπούς.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου Θωμά Βαλιανάτο για την υποστήριξη που μου παρείχε κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας τόσο τεχνικά όσο και θεωρητικά/καλλιτεχνικά. Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές/συμφοιτήτριές μου για την ανταλλαγή απόψεων και συμβουλών κατά τη διάρκεια των σπουδών καθώς και τον Μιχάλη Ασλανίδη, Αγγελική Νάνου και Γιώργο Κόκκινο για το ενδιαφέρον και βοήθεια κατά την τεχνική υλοποίηση της εγκατάστασης. Τέλος, ευχαριστώ τον Deantoni Parks που φύτεψε τον σπόρο, από όπου και προέκυψε η ιδέα της παρούσας εργασίας.

ABSTRACT

Σκοπός της παρούσας μελέτης και καλλιτεχνικού έργου είναι η εξερεύνηση της έννοιας του Τεχνολογικού Εαυτού καθώς και η κατανόηση της ταυτότητας και σχέσης του ανθρώπου με την τεχνολογικά ραγδαία εξελισσόμενη κοινωνία. Με τη δημιουργία μιας διαδραστικής οπτικοακουστικής εγκατάστασης στην οποία ενσωματώνονται σε πραγματικό χρόνο βιοσήματα του αυτόνομου νευρικού συστήματος του ανθρώπου μέσω αισθητήρων, επιχειρείται να εμβυθιστεί ο χρήστης σε ένα περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας όπου έρχεται σε επαφή με τη φυσιολογία και τις αισθήσεις του, οδηγούμενος σε μια θετική εμπειρία αυτογνωσίας και αναδιαμόρφωσης του εαυτού και της ταυτότητας. Συγχρόνως, επικοινωνείται ένας φιλοσοφικός σχολιασμός και δήλωση σχετικά με την έμφυτη δύναμη του ανθρώπου και τη σύνδεσή του με τη φύση, προωθώντας θετικά ψυχολογικά οφέλη, αίσθηση ενδυνάμωσης και αυτοπεποίθησης

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙ: Human-Computer Interaction, Physical Computing, Biofeedback, Biosignals, Virtual Reality, Virtual Embodiment, Interactive Audiovisual Installation, Digital Art, Technological Self, Identity

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΩΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
1.1 Γνωστική Περιοχή	5
1.2 Ερευνητικός Στόχος.....	5
1.3 Ερευνητικά Ερωτήματα.....	7
1.4 Μεθοδολογία	7
1.4.1 Input	7
1.4.2 Output	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	8
2.1 Θεωρία του Τεχνολογικού Εαυτού.....	8
2.1.1 Τεχνολογικός Εαυτός, Ψηφιακή Ταυτότητα και Αυτοαντίληψη.....	10
2.1.2 Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Τεχνολογίας	10
2.1.3 Ενσάρκωση και Εικονική Παρουσία – Επαύξηση του Εαυτού (Augmentation)	11
2.1.4 Το Παράδοξο της Ενσυναίσθησης.....	11
2.1.5 Κατηγορίες Τεχνολογικού Εαυτού	12
2.2 Ο Δεύτερος Εαυτός	13
2.2.1 Αρνητικές Επιρροές της Τεχνολογικής Ανάπτυξης.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΤΕΧΝΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	16
3.1 Εισαγωγή στη Βιο-Τέχνη (Bio-Art)	16
3.2 Το Ανθρώπινο Σώμα ως Μέσο Καλλιτεχνικής Έκφρασης	17
3.3 Χρήση Βιοσημάτων στη Διαδραστική Τέχνη	18
3.4 Bodies In Code	19
3.5 «Η Αυγή των Νέων Πάντων».....	20
3.6 Η Θεωρία της «Ευκαμψίας Ανθρωποειδούς»	21
3.7 Καλλιτεχνικές Επιρροές	21
3.7.1 Καλλιτεχνικές Εγκαταστάσεις	22
3.7.2 Εφαρμογές και Παιχνίδια Εικονικής Πραγματικότητας βασισμένα στη Βιοανάδραση.....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	27
4.1 Ερευνητικό Κενό	27
4.2 Συσχέτιση της Έννοιας του Τεχνολογικού Εαυτού με την Παρούσα Μελέτη.....	28
4.3 Ενδυνάμωση, Ψυχολογικά και Κοινωνικά Οφέλη	29

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	30
5.1 Σύνθεση – Σχεδιασμός	30
5.1.2 Συμβολική Χαρτογράφηση Αντικειμένων.....	30
5.1.2.1 Καρδιακός Παλμός	31
5.1.2.2 Αναπνοή.....	32
5.1.2.3 Αυτόματο Ανοιγοκλείσιμο των Ματιών.....	33
5.1.2.4 Εγκεφαλικά Κύματα Άλφα	34
5.2 Κατασκευή – Μονάδες Υλικού (Hardware Setup) - Συλλογή Δεδομένων.....	36
5.3 Ανάλυση Κώδικα Arduino	39
5.4 TouchDesigner - Παραγωγή και Επεξεργασία Οπτικοακουστικού Υλικού σε Πραγματικό Χρόνο - Ροή Εργασιών (Workflow)	40
5.4.1 Εφαρμογή Εικονικής Πραγματικότητας – Εξοπλισμός.....	42
5.4.2 Χωρικός Ήχος (Spatial Sound).....	43
5.4.3 Τρισδιάστατα Αντικείμενα και Ήχος.....	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	53
6.1 Τεχνικά Αποτελέσματα	53
6.2 Θεωρητικά και Καλλιτεχνικά Αποτελέσματα	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ.....	55
7.1 Τεχνική Αναβάθμιση & Εξέλιξη	55
7.2 Εξέλιξη Μελέτης και Έρευνα.....	58
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ.....	59
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	62
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΚΩΔΙΚΑΣ ARDUINO	62
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΟΠΤΙΚΟΑΚΟΥΣΤΙΚΑ ΤΕΚΜΗΡΙΑ (DOCUMENTATION)	624

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γνωστική Περιοχή

Το πεδίο έρευνας της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματική εργασίας εμπίπτει στη γνωστική περιοχή των Ψηφιακών Μέσων και Τεχνών, με έμφαση στην Οπτικοακουστική Τέχνη και τις Διαδραστικές Εγκαταστάσεις. Επικεντρώνεται στον Εμπράγματο Προγραμματισμό (Physical Computing) και τις εφαρμογές Εικονικής Πραγματικότητας ενσωματώνοντας και συνδέοντας την ανθρώπινη φυσιολογία με την ψηφιακή τεχνολογία επιχειρώντας να εξερευνήσει τη σύνδεση μεταξύ σώματος και μηχανής με σκοπό την περαιτέρω διερεύνηση της έννοιας του «Τεχνολογικού Εαυτού».

1.2 Ερευνητικός Στόχος

Στόχος της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση, ανάπτυξη και επαναπροσδιορισμός της έννοιας του «Τεχνολογικού Εαυτού» ο οποίος εξελίσσεται εντός μιας τεχνολογικά ραγδαία αναπτυσσόμενης κοινωνίας η οποία βρίσκεται σε σημαντικό σημείο καμπής, έχοντας ξεκινήσει να ενσωματώνει ταχύτατα μεταξύ άλλων την έννοια και χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην επαγγελματική και προσωπική καθημερινότητα των ανθρώπων. Εστιάζουμε στη μεταβαλλόμενη σχέση μεταξύ ανθρώπου και τεχνολογίας και συγκεκριμένα στην αντίληψη του εαυτού σε σχέση με την αυξανόμενη εξάρτηση της κοινωνίας από την τεχνολογία, επιχειρώντας να αναδείξουμε τη δυναμική φύση της ανθρώπινης ταυτότητας, σκιαγραφώντας και δίνοντας έμφαση στις θετικές ποιότητες ενός βιολογικά προηγμένου εαυτού.

Με βάση το παραπάνω θεωρητικό πλαίσιο και για το σκοπό αυτό, προχωρήσαμε στη δημιουργία μιας οπτικοακουστικής διαδραστικής εγκατάστασης, η λειτουργία της οποίας βασίζεται αποκλειστικά σε δεδομένα (βιοσήματα) τα οποία παράγονται αυτόματα από το ανθρώπινο νευρικό σύστημα. Συγκεκριμένα, έχουν επιλεγεί ο καρδιακός παλμός και η αναπνοή τα οποία λειτουργούν ως είσοδοι οι οποίες επηρεάζουν σε πραγματικό χρόνο δημιουργικό περιεχόμενο τρισδιάστατης εικόνας ενώ συγχρόνως παράγουν ήχο, δημιουργώντας ένα ενιαίο οπτικοακουστικό σύνολο. Στο έργο συμπεριλαμβάνονται δυο ακόμη είσοδοι-λειτουργίες του αυτόνομου νευρικού συστήματος, το αυτόματο ανοιγοκλείσιμο του ματιού καθώς και τα εγκεφαλικά κύματα Άλφα τα οποία εκφράζουν συγκεκριμένες ηλεκτρικές δραστηριότητες του εγκεφάλου οι οποίες συνδέονται με τη χαλάρωση και ευεξία. Η απεικόνιση και λειτουργία των δυο τελευταίων εισόδων βασίζονται

σε αυτοματοποιημένα σήματα τα οποία δημιουργήσαμε και βρίσκονται εκεί για να επιδείξουν μελλοντικές δυνατότητες εξέλιξης της εγκατάστασης.

Για την οπτική απεικόνιση των λειτουργιών αυτών επιλέξαμε την χαρτογράφησή τους (mapping) σε αντίστοιχα στοιχεία της φύσης όπως απαντώνται στο περιβάλλον και σύμφωνα με τις λειτουργίες που επιτελούν. Συγκεκριμένα ο καρδιακός παλμός αντιστοιχίζεται σε ρίζες δέντρων οι οποίες, όπως η καρδιά, αποτελούν την πηγή της ζωής. Η αναπνοή αντιστοιχίζεται στο οξυγόνο και τον αέρα ο οποίος επηρεάζει συγχρόνως και το υγρό στοιχείο, ενώ το ανοιγοκλείσιμο των ματιών συνδυάζεται το νερό, το οποίο σχετίζεται με τη λειτουργία του βλεφαρίσματος το οποίο καθαρίζει το μάτι και το κρατάει υγιές. Τέλος, η εγκεφαλική δραστηριότητα κυμάτων Άλφα αναπαριστάται με τη χρήση του συμβόλου της Σελήνης, η οποία εκφράζει και εκπέμπει την αντίστοιχη αίσθηση ηρεμίας και χαλάρωσης.

Η εννοιολογική αυτή χαρτογράφηση, η οποία θα αναπτυχθεί και αναλυθεί θεωρητικά στα παρακάτω κεφάλαια, αντιπροσωπεύει την προσπάθεια κατανόησης και ανάκτησης της εγγενούς δύναμης του ανθρώπινου σώματος με σκοπό να αναδείξει και υπενθυμίσει την αρμονική σύμπνοια της ανθρώπινης ύπαρξης με τη δύναμη της φύσης με σκοπό να ενισχύσει την αυτοπεποίθηση και κατανόηση της ανθρώπινης δύναμης.

Με το καλλιτεχνικό αυτό έργο και τον τρόπο με τον οποίο υλοποιείται, η εργασία αυτή επιχειρεί να προσφέρει μια φιλοσοφική δήλωση σχετικά με την ανθρώπινη δύναμη και ανθεκτικότητα απέναντι στις εξελισσόμενες ψηφιακές τεχνολογίες ενισχύοντας την εμπιστοσύνη στον βιολογικά θαυματουργό εαυτό και ενθαρρύνοντας την κατανόηση και επαναπροσδιορισμό της ταυτότητάς μας. Προσδίδει έμφαση στα πολύπλοκα και εξελιγμένα βιολογικά μας συστήματα, υπενθυμίζοντάς μας να τα εμπιστευόμαστε, προσφέροντας γνώση, σιγουριά αλλά και αίσθηση ενδυνάμωσης εντός του νεο-σχηματιζόμενου κοινωνικο-τεχνολογικού πλαισίου.

Με την παρούσα μελέτη επιχειρούμε να αναδείξουμε το καλλιτεχνικό, τεχνικό και θεωρητικό πλαίσιο της εγκατάστασης που δημιουργήθηκε, τοποθετώντας και θεμελιώνοντάς την σε μια ουσιαστική εξερεύνηση του σώματος, της ταυτότητας και της τεχνολογίας, συνομιλώντας συγχρόνως με έννοιες όπως η Βιο-τέχνη (Bio-art) αλλά και η Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Υπολογιστή (HCI).

1.3 Ερευνητικά Ερωτήματα

Εκτός από την τεχνική ανάπτυξη, με την μελέτη αυτή θα επιχειρήσουμε να διερευνήσουμε τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

- Πώς μπορούν τα βιοσήματα να ενσωματωθούν σε πραγματικό χρόνο σε διαδραστικές οπτικοακουστικές εγκαταστάσεις για τη δημιουργία ενός καλλιτεχνικού έργου.
- Ποιος είναι ο ρόλος της ανθρώπινης φυσιολογίας και των νευρολογικών δυνατοτήτων στη διαμόρφωση της καλλιτεχνικής έκφρασης στο ψηφιακό πεδίο και πώς μπορούν συνδυαστικά να προσφέρουν μια εμπλουτισμένη και ευεργετική εμπειρία ενδυνάμωσης του εαυτού.
- Πώς μπορεί μια διαδραστική εγκατάσταση και καλλιτεχνικό έργο να ενδυναμώσει και ωθήσει τον άνθρωπο να επανασυνδεθεί με το σώμα του σε μια τεχνολογική εποχή που εστιάζει όλο και περισσότερο στην τεχνητή νοημοσύνη και τα ψηφιακά συστήματα.
- Πώς η αντιστοίχιση των αυτόνομων λειτουργιών του ανθρώπινου νευρικού συστήματος με στοιχεία της φύσης μπορεί να παρέχει μια βαθύτερη κατανόηση της σχέσης του ανθρώπου με το περιβάλλον και την τεχνολογία.

1.4 Μεθοδολογία

Η τελική εγκατάσταση/καλλιτεχνικό έργο υλοποιείται τεχνικά με το συνδυασμό μονάδων υλικού και λογισμικού. Ο υλικός εξοπλισμός περιλαμβάνει αισθητήρες συνδεδεμένους στη μητρική πλακέτα Arduino η οποία παρέχει την υπολογιστική πλατφόρμα επικοινωνίας και διασύνδεσης μεταξύ φυσικού και ψηφιακού, αποτελώντας το βασικό κομμάτι του εμπράγματος προγραμματισμού του έργου.

1.4.1 Input

Οι είσοδοι (input) που επηρεάζουν το σύστημά μας προέρχονται από την παρακολούθηση των καρδιακών παλμών αλλά και της αναπνοής, μέσω της εισπνοής/εκπνοής και κατ' επέκταση της συστολής/διαστολής του θώρακα. Στο οπτικό κομμάτι του έργου, τρισδιάστατα στοιχεία δημιουργούνται και διαμορφώνονται σε πραγματικό χρόνο μέσα από την αλληλεπίδραση με τα βιοσήματα του χρήστη.

1.4.2 Output

Ως βασική μονάδα εξόδου, και για να ενισχυθεί η εμπειρία εμβύθισης στο σύμπαν που έχει δημιουργηθεί, επιλέξαμε τη χρήση γυαλιών εικονικής πραγματικότητας (VR glasses) τα οποία σε συνδυασμό με τον τρισδιάστατο χωρικό ήχο (spatial sound) που παράγουν τα τρισδιάστατα αντικείμενα/σύμβολα, αναβαθμίζουν τα επίπεδα διάδρασης και εμπλουτίζουν την εμπειρία με σκοπό να αμβλυνθούν και επιτευχθούν οι στόχοι της παρούσας εργασίας.

Ο χρήστης, αλληλεπιδρώντας με την οπτικοακουστική εγκατάσταση παρακολουθεί και βιώνει μια εμπειρία η οποία είναι ξεχωριστή και προσωποποιημένη αφού τα βιοσήματα παραμένουν μοναδικά για τον καθένα/καθεμία. Η εγκατάσταση αυτή επιχειρεί να εμβυθίσει το χρήστη σε ένα σύμπαν δυνατών συμβόλων τα οποία αποδίδονται με αφηρημένο τρόπο ενώ εξελίσσονται δυναμικά διαμορφώνοντας μια ενιαία καλλιτεχνική σύνθεση.

Το έργο έχει στηθεί εξ ολοκλήρου σε περιβάλλον TouchDesigner, μια πλατφόρμα οπτικού προγραμματισμού η οποία χρησιμοποιείται για τη δημιουργία διαδραστικού οπτικοακουστικού περιεχομένου. Το λογισμικό αυτό μας παρέχει το πλαίσιο για εισαγωγή, επεξεργασία και διασύνδεση/επικοινωνία όλων των επιλεγμένων εισόδων καθώς και την δημιουργία και εξαγωγή οπτικοακουστικού περιεχομένου με δυνατότητα διαμόρφωσης σε πραγματικό χρόνο και σε περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Θεωρία του Τεχνολογικού Εαυτού

Το έργο μας είναι πρωτίστως και κυρίως βασισμένο στην έννοια και θεωρία του «Τεχνολογικού Εαυτού» (Technoself Theory) την οποία ανέπτυξε ο Dr. Rocci Lurpicini (2012). Ο Lurpicini έγινε γνωστός για την εργασία και λεπτομερή μελέτη του στο πεδίο διερεύνησης του Τεχνολογικού Εαυτού (Technoself Studies), ενός διεπιστημονικού πεδίου το οποίο επικεντρώνεται στην εξερεύνηση της σχέσης μεταξύ τεχνολογίας και εαυτού με κύρια

έμφαση στην επίδραση της τεχνολογίας στην ανθρώπινη ταυτότητα και την αντίληψη του εαυτού εντός μιας ψηφιακά εξελισσόμενης κοινωνίας.

Ως Τεχνολογικό Εαυτός ορίζεται η μεταβαλλόμενη έννοια της ανθρώπινης ταυτότητας που αναδύεται ως αποτέλεσμα της υιοθέτησης νέων τεχνολογιών. Αυτή η ιδέα περιλαμβάνει την επιρροή της ψηφιακής κουλτούρας, των τεχνολογιών ανθρώπινης βελτίωσης και της ενσωμάτωσης της τεχνολογίας στην καθημερινότητα, έννοιες οι οποίες συλλογικά αμφισβητούν την παραδοσιακή κατανόηση του τί σημαίνει να είσαι άνθρωπος.

Η συγκεκριμένη θεωρία του Lurppicini μας παρέχει, μεταξύ άλλων, πολύτιμες πληροφορίες και γνώση σχετικά με:

- Την επίδραση των δεδομένων φυσιολογίας (βιοσημάτων σε πραγματικό χρόνο) στην αντίληψη της ταυτότητας
- Τη δυνατότητα των διαδραστικών εγκαταστάσεων, video games, έργων τέχνης κτλ. να προσφέρουν ενδοσκοπικές και ενδυναμωτικές εμπειρίες
- Τη διερεύνηση της αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Υπολογιστή σχετιζόμενη με τις εξελισσόμενες έννοιες του εαυτού

Η θεωρία του «Τεχνολογικού Εαυτού» μας παρέχει το βασικό θεωρητικό πλαίσιο, με τη βοήθεια του οποίου, θα αναλύσουμε την επίδραση της τεχνολογίας στην ταυτότητα και έννοια του εαυτού. Πιο συγκεκριμένα, συνδράμει στην εξερεύνηση των τρόπων με τους οποίους η ψηφιακή τέχνη μπορεί να αναδιαμορφώσει την ανθρώπινη ταυτότητα και να παρέχει νέες εμπειρίες αυτογνωσίας του τεχνολογικού εαυτού σε μια κοινωνία που βασίζεται όλο και περισσότερο στην τεχνολογία. Παρέχει το θεωρητικό πλαίσιο για να την διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο ένα διαδραστικό έργο/εγκατάσταση μπορεί να συνδέσει τα δεδομένα του ανθρώπινου σώματος με την ψηφιακή αυτό-έκφραση, δίνοντας έμφαση σε θέματα ταυτότητας, αυτογνωσίας και ενσάρκωσης (embodiment), στοιχεία που αποτελούν βασικά σημεία της θεωρίας του Lurppicini.

Παρακάτω θα εξετάσουμε τις κύριες έννοιες και βασικές θεματικές ενότητες της θεωρίας του Lurppicini εντοπίζοντας και παρουσιάζοντας τα σημεία τα οποία συνδέονται άμεσα και σχετίζονται με το αντικείμενο της μελέτης μας και την εγκατάσταση που δημιουργήσαμε.

2.1.1 Τεχνολογικός Εαυτός, Ψηφιακή Ταυτότητα και Αυτοαντίληψη

Η θεωρία του «Τεχνολογικού Εαυτού» ασχολείται με τον τρόπο με τον οποίο τα ψηφιακά εργαλεία, συσκευές και συστήματα συνεισφέρουν στην εξέλιξη του εαυτού, ενσωματώνοντας στοιχεία και επηρεάζοντας τελικά την προσωπική μας αντίληψη και αίσθηση του εαυτού. Η τεχνολογική εξέλιξη που βιώνουν οι κοινωνίες μας, τροποποιεί δυναμικά την παραδοσιακή αντίληψη του εαυτού και η θεωρία του «Τεχνολογικού Εαυτού» δίνει ιδιαίτερη έμφαση στο γεγονός ότι επηρεάζεται συγχρόνως και ο τρόπος με τον οποίο δημιουργείται και εκφράζεται η έννοια της ταυτότητας στην ψηφιακή αυτή εποχή. Συγκεκριμένα, η τεχνολογική επιρροή αναδιαμορφώνει τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε το ποιοι/ποιες είμαστε, την κατανόηση του ίδιου μας του εαυτού, καθώς και το πώς επιλέγουμε να παρουσιάζουμε τον εαυτό μας στους γύρω μας.

Το πλαίσιο αυτό αποτελεί βασικό κορμό της παρούσας εργασίας καθώς το καλλιτεχνικό έργο που δημιουργήσαμε επιχειρεί να εξερευνήσει τον τεχνολογικό εαυτό ως μια εξελισσόμενη ταυτότητα ανθρώπου η οποία επηρεάζεται από τα διαδραστικά και ψηφιακά συστήματα. Απώτερος στόχος είναι να ενταχθεί η παρούσα μελέτη στο γενικότερο πλαίσιο της εξερεύνησης της ταυτότητας στην ψηφιακή εποχή, βασιζόμενη στην παρούσα βιβλιογραφία αλλά και επιχειρώντας να την εξελίξει εντάσσοντας τη διερεύνηση των βιοσημάτων και της εικονικής πραγματικότητας ως μια νέα διάσταση μελέτης του τεχνολογικού εαυτού.

2.1.2 Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Τεχνολογίας

Ένα ακόμα κεφάλαιο στη μελέτη του «Τεχνολογικού Εαυτού» του Lurpicini αποτελεί το πεδίο της Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Υπολογιστή (Human-Computer Interaction). Συγκεκριμένα, μελετάται το πώς η αλληλεπίδραση με τα ψηφιακά συστήματα τροποποιεί τη συμπεριφορά, αντίληψη αλλά και τις γνωστικές διαδικασίες των ανθρώπων οδηγώντας στην ανάδυση και εξέλιξη του «Τεχνολογικού Εαυτού». Η δημιουργία της καλλιτεχνικής μας διαδραστικής εγκατάστασης στοχεύει ακριβώς σε αυτό το σημείο, επιχειρώντας να μελετήσει τις ψυχολογικές επιπτώσεις της τεχνολογίας, θέλοντας να αναδείξει και δώσει έμφαση στο θετικό αντίκτυπο χρήσης τεχνολογικών συστημάτων και συγκεκριμένα συστημάτων εικονικής πραγματικότητας, καθώς η χρήση βιοσημάτων για τη δημιουργία διαδραστικής

τέχνης σε πραγματικό χρόνο, τοποθετεί τον άνθρωπο σε κεντρικό και ενεργό συμμετέχων και αποδέκτη μιας ενδοσκοπικής ψηφιακής εμπειρίας.

Συνδέοντας την ανθρώπινη φυσιολογία με την ψηφιακή τέχνη, το έργο μας αντικατοπτρίζει τις ιδέες του Lurpicini για την αυξανόμενη ενσωμάτωση της ανθρώπινης βιολογίας στα ψηφιακά συστήματα με σκοπό να δημιουργηθούν νέες μορφές αυτό-έκφρασης αλλά και ισχυροποίηση της επίγνωσης ταυτότητας του εαυτού.

2.1.3 Ενσάρκωση και Εικονική Παρουσία – Επαύξηση του Εαυτού (Augmentation)

Ο Lurpicini διερευνά επίσης την έννοια της εικονικής ενσάρκωσης (virtual embodiment), όπου η τεχνολογία μας βοηθά στο να προβάλουμε μέρη του εαυτού μας (σώματος ή ταυτότητας) στον ψηφιακό χώρο, όπως παραδείγματος χάρη η αναπαράσταση/παρουσίαση του εαυτού μας στα κοινωνικά δίκτυα ή οι ψηφιακοί εαυτοί (avatars) σε χώρους εικονικής πραγματικότητας. Έτσι, ο Lurpicini διαπιστώνει τους τρόπους με τους οποίους η τεχνολογία επαυξάνει ή και επεκτείνει τις ανθρώπινες δυνατότητες και ερευνά πώς αυτό επηρεάζει την κατανόηση του εαυτού.

Με την επιλογή μας να χαρτογραφήσουμε και αντιστοιχίσουμε τα δεδομένα που προέρχονται από τις αυτόνομες λειτουργίες του ανθρώπινου νευρικού συστήματος σε συμβολικά στοιχεία της φύσης, προσκαλούμε τους συμμετέχοντες να βιώσουν μια νέα μορφή επαυξημένου εαυτού όπου η εσωτερική φυσιολογία εξωτερικεύεται και αναπαρίσταται καλλιτεχνικά.

2.1.4 Το Παράδοξο της Ενσυναίσθησης

Κατά την μελέτη του, Ο Lurpicini αναλύει την αντίφαση που προκύπτει και κατά την οποία οι άνθρωποι εξελίσσονται ολοένα και πιο αποσυνδεδεμένοι/αποξενωμένοι μεταξύ τους, σε μία εποχή όπου αυξάνεται η συνδεσιμότητα μέσω της τεχνολογίας. Το παράδοξο αυτό το ονομάζει «Παράδοξο της Ενσυναίσθησης» (The Empathy Paradox) (Lurpicini 2013) και εκφράζει τις πολυπλοκότητες που προκύπτουν από τη ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας και ενσωμάτωσης της στην προσωπική και επαγγελματική μας καθημερινότητα, μέσω παραδείγματος χάρη των online κοινωνικών δικτύων, της τεχνητής νοημοσύνης κτλ. Μέσω της μελέτης του, ο Lurpicini καταλήγει στο συμπέρασμα ότι το παράδοξο αυτό εξηγεί

σημαντικό μέρος των δραματικών αλλαγών που παρατηρούνται στην προσωπικότητα και συμπεριφορές των ανθρώπων (π.χ. ναρκισσισμός, αποσύνδεση) έχοντας ψυχολογικό αντίκτυπο και αρνητικές επιρροές στην ταυτότητα, αυτοπεποίθηση και ανάπτυξη ενσυναίσθησης.

2.1.5 Κατηγορίες Τεχνολογικού Εαυτού

Σύμφωνα με τον Lurricini, οι βασικές κατηγορίες στις οποίες διακρίνεται ο «Τεχνολογικός Εαυτός», ανάλογα με το σημείο έρευνας στο οποίο εστιάζουμε, είναι οι παρακάτω:

Βιο-Τεχνολογικός Εαυτός: Επικεντρώνεται στην ενσωμάτωση των βιολογικών συστημάτων με την τεχνολογία και συγκεκριμένα στα σημεία τα οποία η τεχνολογία μπορεί να αλληλεπιδράσει απευθείας με το ανθρώπινο σώμα για να ενισχύσει, επεκτείνει ή επαυξήσει τις σωματικές και διανοητικές ικανότητες. Στις τεχνολογίες αυτές περιλαμβάνονται συστήματα μετάδοσης βιοσημάτων (π.χ. wearables, αισθητήρες κτλ.), προσθετικά ρομποτικά μέρη καθώς και συστήματα βιο-χακαρίσματος (bio-hacking).

Ψηφιακός Εαυτός: Εστιάζει στον τρόπο με τον οποίο οι ψηφιακές αναπαραστάσεις (προφίλ, avatars, ψηφιακή περσόνα κτλ.) δημιουργούν νέες μορφές ταυτότητας σε ψηφιακά περιβάλλοντα όπως τα κοινωνικά δίκτυα. Οι ψηφιακοί εαυτοί δημιουργούνται και ελέγχονται από τα ίδια τα άτομα αλλά επηρεάζονται άμεσα από ψηφιακές πλατφόρμες και εξελιγμένους αλγόριθμους.

Εικονικός Εαυτός: Σχετίζεται με εμπειρίες οι οποίες έχουν εμβυθιστικό χαρακτήρα και εξελίσσονται σε εικονικά περιβάλλοντα, όπως παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας και εικονικά κοινωνικά δίκτυα-περιβάλλοντα (π.χ. spatial.io). Εστιάζει σε εμπειρίες οι οποίες δημιουργούνται εντός εικονικών (virtual) ή επαυξημένων (augmented) πραγματικοτήτων, όπου οι χρήστες έρχονται σε επαφή με νέες μορφές «παρουσίας» και ενσωμάτωσης (embodiment), οδηγώντας στην εξέλιξη ή δημιουργία νέων μορφών ταυτότητας.

Επαυξημένος Εαυτός: Αναφέρεται στην επαύξηση (enhancement) ή και επέκταση (augmentation) του εαυτού με τη χρήση τεχνολογικών ψηφιακών συσκευών όπως τα προηγμένα κινητά τηλέφωνα (smart phones) τα οποία δρουν ως επέκταση του μυαλού, της μνήμης και τελικά της ταυτότητας.

2.2 Ο Δεύτερος Εαυτός

Μια ακόμα βιβλιογραφική αναφορά η οποία παρέχει θεωρητική βάση και συμπληρώνει το πλαίσιο στο οποίο κινείται η παρούσα μελέτη, αποτελεί το βιβλίο «Ο Δεύτερος Εαυτός» (“The Second Self”) της Sherry Turkle (1984) όπου η συγγραφέας εξερευνά τη σχέση και διασύνδεση μεταξύ ανθρώπινου πνεύματος και υπολογιστών. Συγκεκριμένα, εξερευνάται η επιρροή των υπολογιστών στην ανθρώπινη ψυχολογία και τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, εξετάζοντας τους τρόπους με τους οποίους η τεχνολογία επηρεάζει τομείς όπως η αντίληψη, αυτογνωσία αλλά και οι διαπροσωπικές σχέσεις.

Σύμφωνα με την Turkle η αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή επηρεάζει σημαντικά την διαμόρφωση του «Τεχνολογικού Εαυτού» καθώς οι άνθρωποι τείνουν να προβάλουν εκεί την ταυτότητα και συναισθήματα τους, οδηγώντας σε μια περίπλοκη σχέση όπου ο υπολογιστής τείνει να γίνεται προέκταση του εαυτού. Συγκεκριμένα, η Turkle εντοπίζει τρεις βασικούς τρόπους με τους οποίους οι άνθρωποι σχετίζονται με τις μηχανές:

1. **Μεταφυσικό Στάδιο:** Τα παιδιά μικρότερων ηλικιών δίνουν υπόσταση στους υπολογιστές αναρωτώμενα αν είναι σε θέση να βιώνουν συναισθήματα ή να σκεφτούν.
2. **Στάδιο Κατάκτησης της Μηχανής:** Η εξέλιξη του Μεταφυσικού Σταδίου κατά το οποίο ο άνθρωπος αποκτά τη δυνατότητα χειρισμού και ελέγχου των μηχανών.
3. **Στάδιο Ταυτότητας:** Κατά την εφηβική πλέον ηλικία η παραπάνω σχέση μετατρέπεται σε ταυτότητα καθώς οι υπολογιστές χρησιμοποιούνται ως μέσω έκφρασης αλλά και εξερεύνησης του εαυτού, αντικατοπτρίζοντας και προβάλλοντας μέσω αυτών σκέψεις και συναισθήματα με τη μορφή ψηφιακών δημιουργιών, δημιουργικού προγραμματισμού κτλ.

Στο συγκεκριμένο βιβλίο η Turkle τονίζει ότι οι υπολογιστές και η χρήση τους οδηγούν στην αμφισβήτηση συμβατικών εννοιών όπως η συνείδηση, τα συναισθήματα αλλά και το τί σημαίνει να είσαι άνθρωπος, καθώς καταλαμβάνουν όλο και μεγαλύτερο μέρος της καθημερινότητάς μας. Έτσι, οδηγούμαστε στη δημιουργία νέων αντιλήψεων περί ταυτότητας καθώς θολώνουν τα όρια μεταξύ ανθρώπου και μηχανής τείνοντας ο άνθρωπος να αντιλαμβάνεται τον εαυτό του με υπολογιστικούς όρους. Το γεγονός αυτό προκαλεί τον επαναπροσδιορισμό της αντίληψης και του τρόπου με τον οποίο κατασκευάζεται και διαμορφώνεται η προσωπική μας ταυτότητα, καθώς οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται και παρατηρούν τους εαυτούς τους μέσω της αλληλεπίδρασής τους με την τεχνολογία.

Με την ανάλυση αυτή, η Turkle επιχειρεί να τονίσει ότι οι υπολογιστές δεν αποτελούν απλά ένα εργαλείο αλλά συνδράμουν ενεργητικά στη διαμόρφωση της ταυτότητάς μας, προκαλώντας μας να συλλογιστούμε και στοχαστούμε εκ νέου θεμελιώδη ερωτήματα που αφορούν το ποιον/ποιές τελικά είμαστε.

Συγκεκριμένα, η Turkle (1984) εντοπίζει επτά τρόπους με τους οποίους η ψηφιακή τεχνολογία επηρεάζει τον τεχνολογικό μας εαυτό:

1. **Ψηφιακή Συντροφικότητα και Στοχασμός:** Έννοιες όπως τα «σχεσιακά τεχνουργήματα» (relational artifacts), (π.χ. η διαδραστική ρομποτική) όπου παρατηρείται αλληλεπίδραση με εικονικά κατοικίδια ή ρομποτικές κούκλες και τα οποία προκαλούν συναισθηματική προσκόλληση, οδηγούν σε νέες αντιλήψεις του εαυτού καθώς διαπλέκεται με ψηφιακές οντότητες.
2. **Πολλαπλότητα Εαυτών:** Τα ψηφιακά περιβάλλοντα αποτελούν έδαφος για την εξερεύνηση πολλαπλών προσωπικών ταυτοτήτων καθώς εύνουν την ανάπτυξη και δημιουργία πολλαπλών ταυτοτήτων (online persona) οι οποίες αντικατοπτρίζουν και φωτίζουν διαφορετικές πτυχές του εαυτού μας, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα πειραματισμού με τις έννοιες του φύλου, καταγωγής, κοινωνικής τάξης και ρόλων, οι οποίες μπορεί να διαφέρουν σημαντικά από αυτές της μη ψηφιακής ύπαρξης (offline persona). Το φαινόμενο αυτό αντανakλά μια ρευστότητα στην ταυτότητα η οποία ήταν λιγότερο διαδεδομένη σε λιγότερο τεχνολογικά εξελιγμένες ψηφιακές εποχές.
3. **Ψυχολογικός Προβληματισμός και Δέσμευση:** Η αλληλεπίδραση του ανθρώπου με τις ψηφιακές τεχνολογίες προκαλεί δυνητικά τάσεις ενδοσκόπησης και στοχασμού σχετικά με τις πράξεις και την επίδραση που έχουν αυτές στην ταυτότητά του. Η ενδοσκόπηση αυτή οδηγεί σε ουσιαστικότερη κατανόηση των επιθυμιών και αναγκών και σύμφωνα με τη συγγραφέα είναι σημαντικό να διαχωρίζονται, καθώς οι μεν ανάγκες ενδέχεται να καλυφθούν από σχεσιακά τεχνουργήματα αλλά οι επιθυμίες ενυπάρχουν στην ανθρώπινη σύνδεση και τις διαπροσωπικές σχέσεις.
4. **Πολιτιστικές Αφηγήσεις και Διαμόρφωση Ταυτότητας:** Η ψηφιακή τεχνολογία παρέχει το κατάλληλο έδαφος για να μπορέσει το άτομο να δημιουργήσει την προσωπική του αφήγηση, γεγονός που γίνεται ιδιαίτερα έντονο στο πλαίσιο του gaming όπου οι χρήστες κατασκευάζουν εκ νέου την ταυτότητά τους πλοηγούμενοι σε εικονικά περιβάλλοντα.
5. **Δημιουργία Ασαφών Ορίων:** Τα όρια μεταξύ πραγματικότητας και εικονικών κόσμων γίνονται πλέον ασαφή και οι άνθρωποι βρίσκονται παράλληλα μεταξύ των

δυο με αποτέλεσμα την εξέλιξη του τεχνολογικού εαυτού και της ταυτότητάς του σε μια υβριδική μορφή η οποία κατέχει στοιχεία και από τις δυο «πραγματικότητες». Το γεγονός αυτό ενώ εμπεριέχει θετικές ποιότητες, προσφέροντας δυνατότητες για δημιουργία και επινοητικότητα, συγχρόνως ενδέχεται να προκαλέσει αρνητικά συναισθήματα όπως αίσθηση άγχους και σύγχυσης.

6. Επιρροή στις Κοινωνικές Διαπροσωπικές Σχέσεις: Ιδιαίτερα σημαντική και εμφανής είναι η επιρροή της ψηφιακής τεχνολογίας στον τρόπο με τον οποίο δημιουργούνται, διατηρούνται και εξελίσσονται πλέον οι διαπροσωπικές σχέσεις. Η ευκολία που παρέχει ως μέσο επικοινωνίας, μέσω των ψηφιακών πλατφόρμων και κοινωνικών δικτύων, μπορεί να βελτιώσει την κοινωνική διασύνδεση αλλά συγχρόνως προκαλεί αισθήματα μοναξιάς και αποσύνδεσης αφού οδηγεί στη δημιουργία επιφανειακών σχέσεων και αλλά και την ψευδαίσθηση αυτών.

7. Αυτό-αντίληψη και Κοινωνικοί Κανόνες: Η αλληλεπίδραση με τις ψηφιακές τεχνολογίες αναδιαμορφώνει τους κοινωνικούς κανόνες και την αυτοαντίληψη σχετικά με την ταυτότητα καθώς οι χρήστες συχνά προβάλλονται στερεοτυπικά ως αποκομμένοι, και κοινωνικά ανίκανοι, γεγονός που καταλήγει να επηρεάζει το πώς αντιλαμβάνονται τον ίδιο τους τον εαυτό και θέση τους στο κοινωνικό σύνολο.

Τα παραπάνω σημεία συμβάλουν στο να κατανοήσουμε καλύτερα την εξελισσόμενη και πολύπλοκη σχέση μεταξύ ψηφιακής τεχνολογίας και ταυτότητας καθώς πρόκειται για μια σχέση δυναμική η οποία συνεχίζει να εξελίσσεται διαρκώς καθώς τα ψηφιακά περιβάλλοντα ενσωματώνονται όλο και περισσότερο στην καθημερινή ζωή.

2.2.1 Αρνητικές Επιρροές της Τεχνολογικής Ανάπτυξης

Σύμφωνα με την Turkle (1984), η ανάπτυξη της Τεχνητής Νοημοσύνης και η ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών στην καθημερινή ζωή αναδιαμορφώνουν την προσωπική αντίληψη του εαυτού και της ταυτότητας αλλά έχουν συγχρόνως και ψυχολογικό αντίκτυπο καθώς επηρεάζουν την αίσθηση προσωπικής ενδυνάμωσης αλλά και τις διαδικασίες σκέψης. Οι χρήστες δημιουργούν περίπλοκες σχέσεις με τις μηχανές προβάλλοντας τον εαυτό τους μέσω αυτών, γεγονός που συμβάλει στη δημιουργία μιας εξελισσόμενης ταυτότητας για την οποία αισθάνονται ότι είναι πλέον συνυφασμένα με αυτές τις τεχνολογίες. Στο γεγονός αυτό ενυπάρχουν ψυχολογικές προεκτάσεις καθώς μπορεί να οδηγήσει σε αισθήματα απώλειας ελέγχου (sense of agency), παραίτησης, ακόμα και κατωτερότητας, έχοντας ως αποτέλεσμα,

μεταξύ άλλων, την αίσθηση απώλειας αυτογνωσίας και έλλειψη αυτοπεποίθησης. Οι αρνητικές αυτές επιρροές επιδεινώνονται ταχύτατα καθώς διανύουμε μια ιδιαίτερη περίοδο τεχνολογικής αλλαγής όπου το άτομο καταλήγει δυνητικά να αποκόπτεται από την αυτονομία του, όντας κυριευμένο και επιβαρυνμένο από όλο αυτό το φορτίο.

Συμπερασματικά, το συγκεκριμένο βιβλίο της Turkle επιχειρεί να εξερευνήσει και να δώσει έμφαση στις κοινωνικές και ψυχολογικές προεκτάσεις της αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Μηχανής. Συγκεκριμένα, τονίζει το γεγονός ότι ενώ η τεχνολογία μπορεί να αναδιαμορφώσει θετικά συγκεκριμένες πτυχές της ζωής, συγχρόνως εγκυμονεί κίνδυνο για την ταυτότητα και αίσθηση ενδυνάμωσης καθώς δυνητικά προκαλεί αισθήματα μουδιάσματος και έλλειψης κυριαρχίας του εξελισσόμενου τεχνολογικού εαυτού, υπό το βάρος των ολοένα και περισσότερο ανεπτυγμένων τεχνολογικών εργαλείων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΤΕΧΝΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

3.1 Εισαγωγή στη Βιο-Τέχνη (Bio-Art)

Επιχειρώντας μια ανασκόπηση των σχετικών τεχνολογιών στις οποίες θα βασίσουμε το έργο μας, δε μπορούμε παρά να ξεκινήσουμε με μια εισαγωγή στην έννοια της Βιο-τέχνης. Πρόκειται για έναν όρο τον οποίο δημιούργησε και πρώτο-χρησιμοποίησε ο Eduardo Kac (1997) για να περιγράψει το έργο του “Time Capsule”, κατά τη διάρκεια παρουσίας του οποίου εμφύτευσε ένα μικροτσίπ στο σώμα του, δημιουργώντας μια άμεση διασύνδεση μεταξύ του βιολογικού του εαυτού και της ψηφιακής τεχνολογίας επιχειρώντας να εξερευνήσει έννοιες όπως η ταυτότητα και η μνήμη. Στο βιβλίο του *Signs of Life: Bio Art and Beyond*, ο Kac (2006) αναγνωρίζει τη Βιο-τέχνη ως μια νέα κατεύθυνση στη σύγχρονη τέχνη η οποία «χειραγωγεί» τις φυσικές λειτουργίες και διαδικασίες της ζωής, εντοπίζοντας τους παρακάτω τρόπους προσέγγισής της:

- Καθοδήγηση βιοϋλικών σε συγκεκριμένα αδρανή σχήματα ή συμπεριφορές
- Ανατρεπτική χρήση εργαλείων και διαδικασιών βιο-τεχνολογίας
- Δημιουργία ή μετασχηματισμό των ζωντανών οργανισμών ή και των λειτουργιών τους

Άμεση απόρροια και δημιουργική εξέλιξη των εφαρμογών της Βιο-τέχνης αποτελεί η ανάπτυξη και ένταξη νέων τεχνολογικών ψηφιακών εργαλείων για να αποκτήσουν, διαχειριστούν, επεξεργαστούν και παρουσιάσουν δεδομένα βιολογικής προέλευσης. Συγκεκριμένα, αναπτύχθηκαν τομείς όπως η δημιουργία διαδραστικών εγκαταστάσεων με τη χρήση δεδομένων βιοανάδρασης (biofeedback) σε πραγματικό ή μη χρόνο καθώς και η οπτικοποίηση αντίστοιχων δεδομένων (data visualization).

3.2 Το Ανθρώπινο Σώμα ως Μέσο Καλλιτεχνικής Έκφρασης

Στις παραπάνω αυτές εφαρμογές επιλέξαμε να βασίσουμε το καλλιτεχνικό έργο που δημιουργήσαμε και να στηρίζουμε την παρούσα μελέτη μας ενώ συγχρόνως επιλέξαμε να προσομοιώσουμε συγκεκριμένες βιολογικές διεργασίες εντός ενός εικονικού ψηφιακού περιβάλλοντος.

Με την επιλογή αυτή, η χρήση εφαρμογών Βιο-τέχνης και συγκεκριμένα η ενσωμάτωση συστημάτων βιοανάδρασης εξυπηρετεί τη συλλογή βιολογικών δεδομένων (παλμός, αναπνοή) σε πραγματικό χρόνο, τα οποία χρησιμοποιούνται για να ελέγξουν, διαμορφώσουν και παράγουν οπτικοακουστικά στοιχεία επεκτείνοντας το εύρος της ψηφιακής αλληλεπίδρασης στον βιολογικό τομέα.

Η επιλογή του συγκεκριμένου τεχνολογικού πλαισίου έγινε με σκοπό να δοθεί μια νέα παράμετρος και έκταση στο καλλιτεχνικό μας έργο, το οποίο εξελίσσεται σε πραγματικό χρόνο με βάση τα βιοσήματα του χρήστη, δημιουργώντας μια δυναμική σχέση και διασύνδεση με το έργο, με σκοπό να προσφέρει μια πρωτότυπη εμπυθιστική διαδραστική εμπειρία. Έτσι, είμαστε σε θέση να δημιουργήσουμε μια νέα μορφή ψηφιακής αφήγησης και να εξερευνήσουμε τα υπαρξιακά και φιλοσοφικά ερωτήματα της μελέτης μας με νέους τρόπους, τοποθετώντας τον χρήστη στο επίκεντρο του έργου, δίνοντας μια διάσταση εσωτερική, ενδοσκοπική, προσωπική, πολυ-αισθητηριακή, πολυεπίπεδη και έντονα συναισθηματική.

Η χρήση βιολογικών δεδομένων από τις αυτόνομες λειτουργίες του νευρικού συστήματος του χρήστη επιλέχθηκε για να δοθεί μια βαθύτερη διάσταση στη διάθεση εξερεύνησης της ταυτότητας αλλά και στην αίσθηση αυτογνωσίας, συνεισφέροντας σε μια πιο ολοκληρωμένη εμπυθιστική και ενδυναμωτική εμπειρία. Ο χρήστης παρακολουθεί σε πραγματικό χρόνο την εξέλιξη ενός διαδραστικού έργου, παραγόμενου από τον ίδιο, χωρίς αυτός να διαδρά ενεργά αλλά παρακολουθώντας το νευρικό του σύστημα να κατευθύνει το παραγόμενο αποτέλεσμα,

επιχειρώντας έτσι να οδηγήσουμε τον χρήστη σε μια εσωτερική συνειδητοποίηση και ενδυνάμωση.

3.3 Χρήση Βιοσημάτων στη Διαδραστική Τέχνη

Μια ακόμη αναφορά στην οποία βασίστηκε ο τρόπος δημιουργίας της εγκατάστασής μας για να ενισχύσει τα αποτελέσματα των ερευνητικών μας στόχων, αποτελεί και πάλι το βιβλίο της Sherry Turkle “The Second Self” (1984) στο οποίο αναφέρεται στους τρόπους με τους οποίους η χρήση της ανθρώπινης φυσιολογίας στη διαδραστική τέχνη μπορεί να αναδιαμορφώσει την αντίληψη του εαυτού και να ενισχύσει τον αντίκτυπο στην αυτογνωσία, αυτό-αντίληψη και τελικά την ενδυνάμωση μέσω της χρήσης της τεχνολογίας. Η Turkle υποστηρίζει ότι η χρήση βιοσημάτων στη διαδραστική τέχνη προωθεί μια βαθύτερη και ουσιαστικότερη σύνδεση μεταξύ του χρήστη και της εμπειρίας ενσωμάτωσης (embodied experience) καθώς δημιουργείται ένας βρόγχος ανατροφοδότησης (feedback loop) κατά τον οποίο το έργο ανταποκρίνεται στα βιοσήματα του χρήστη έχοντας ως αποτέλεσμα να του προκαλεί μεγαλύτερη επίγνωση της φυσικής του παρουσίας και συναισθηματικής του κατάστασης. Αποτέλεσμα αυτής της διάδρασης είναι να δίνεται στο χρήστη η δυνατότητα αντίληψης της ίδιας του της ταυτότητας μέσα από ένα νέο πρίσμα κατά το οποίο παρακινείται να αναλογιστεί και στοχαστεί εκ νέου και με διαφορετική σκοπιά το ίδιο του το σώμα, τα συναισθήματα, την παρουσία, τον εαυτό και τελικά την ταυτότητά του. Αυτό επιτυγχάνεται καθώς το διαδραστικό έργο λειτουργεί ως καθρέφτης του ατόμου, αντικατοπτρίζοντας τις σκέψεις και συναισθήματα του χρήστη, οδηγώντας τον να αντιληφθεί και γνωρίσει εκ νέου τον εαυτό του μέσω αυτής της διαδραστικής εμπειρίας.

Το κομμάτι της ενδυνάμωσης προέρχεται από το γεγονός ότι μέσω της συγκεκριμένης τεχνολογικής εφαρμογής ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εξερευνήσει και εκφράσει πτυχές του εαυτού του οι οποίες θα ήταν πολύ δύσκολο να εκφραστούν και κατανοηθούν αλλιώς. Η επιλογή να βασίσουμε το κομμάτι διάδρασης του έργου μας στα βιοσήματα του χρήστη έγινε καθώς επιθυμούμε να δημιουργήσουμε νέες ευκαιρίες στην εξερεύνηση της προσωπικότητας, της κοινωνικής ταυτότητας και τελικά της αναγνώρισης του εξελισσόμενου τεχνολογικού εαυτού, προωθώντας με αυτόν τον τρόπο την ενδυνάμωση και παρακίνηση των χρηστών να επανασυνδεθούν με την ταυτότητά τους έχοντας αποκτήσει μεγαλύτερη εμπιστοσύνη, αυτοπεποίθηση και βαθύτερη κατανόηση του εαυτού τους, όντας μέσα σε ένα ευρύ κοινωνικό και τεχνολογικό πεδίο.

3.4 Bodies In Code

Μια ακόμη αναφορά στη χρήση του ανθρώπινου σώματος και των βιοσημάτων ως μέσο έκφρασης και βασικό εργαλείο διαμόρφωσης του έργου μας, αποτελεί ο Mark Hansen και συγκεκριμένα το βιβλίο του *Bodies in Code: Interfaces with Digital Media* (Hansen 2006).

Ο Hansen ερευνά πώς η ανθρώπινη ενσωμάτωση (human embodiment) σχετίζεται και αλληλεπιδρά με τα ψηφιακά μέσα ενώ επικεντρώνεται στον τρόπο με τον οποίο το ανθρώπινο σώμα μπορεί να διαμορφώσει εμπειρίες σε εικονικά περιβάλλοντα, ερχόμενος με αυτόν τον τρόπο σε αντίθεση με τις παραδοσιακές θεωρίες που ήθελαν τα ψηφιακά μέσα διαχωρισμένα από τη βιολογική πραγματικότητα. Υποστηρίζει ότι το ανθρώπινο σώμα όχι μόνο κατέχει τη δυνατότητα να διαμορφώσει ψηφιακές εμπειρίες αλλά συγχρόνως τις ενισχύει δίνοντας τους άμεσες συναισθηματικές διαστάσεις και εμπυθιστικό χαρακτήρα έχοντας ως αποτέλεσμα πιο ολοκληρωμένες και ουσιαστικές αισθητηριακές εμπειρίες. Συγκεκριμένα στο έργο μας, το ανθρώπινο σώμα κατέχει πρωταγωνιστικό ρόλο καθώς τα βιοσήματά προκαλούν μια νέα αίσθηση ενσάρκωσης στο εικονικό περιβάλλον προσφέροντας στον χρήστη μια εμπυθιστική εμπειρία εξερεύνησης και σύνδεσης με τους βιολογικούς του ρυθμούς.

Οι φιλοσοφικές διαστάσεις του έργου μας, και συγκεκριμένα η προσπάθεια ενδυνάμωσης και επανασύνδεσης του ανθρώπου με το σώμα του εντός ενός αφηρημένου ψηφιακού περιβάλλοντος, συνδέεται με τις αναφορές του Hansen ο οποίος δίνει έμφαση στην σύνδεση της ψηφιακής τέχνης εμπυθιστικού χαρακτήρα με την αισθητηριακή ενσωμάτωση του ανθρώπινου σώματος και την τεχνολογία. Πιο συγκεκριμένα, ο Hansen αναφέρεται στην έννοια της «αρχέγονης αφής» (primordial tactility) υποστηρίζοντας ότι η ψηφιακή συμμετοχή (digital engagement) βασίζεται θεμελιωδώς στην ψηφιακή επαφή και απόκριση, τονίζοντας έτσι τα δυνατότητα της τεχνολογίας να εμβαθύνει τη σύνδεση με τους βιολογικούς ρυθμούς του ίδιου του ανθρώπου.

Μια τελευταία θεωρητική αναφορά στην οποία βασίζεται το τεχνολογικό πλαίσιο υλοποίησης του έργου μας και συγκεκριμένα η χρήση αισθητήρων για τη συλλογή βιοσημάτων, σχετίζεται με το συγκεκριμένο βιβλίο του Hansen (2006), ο οποίος υποστηρίζει ότι η τεχνολογία ενσωμάτωσης (embedded technology), όπως π.χ. η χρήση φορετής τεχνολογίας (wearables), παρέχει μοναδικές δυνατότητες για τη δημιουργία εξατομικευμένων και εμπυθιστικών εμπειριών. Συμπερασματικά, καταλήξαμε στη χρήση συγκεκριμένων τεχνολογιών συλλογής και επεξεργασίας βιοσημάτων έχοντας ως πλαίσιο, όχι μόνο την υλοποίηση της συγκεκριμένης διάδρασης αλλά και για να δημιουργήσουμε το έδαφος για

προσωπικές και εξατομικευμένες εμπειρίες σωματικής αυτογνωσίας, αυτονομίας και εξερεύνησης του τεχνολογικού εαυτού στο χώρο της ψηφιακής τέχνης.

3.5 «Η Αυγή των Νέων Πάντων»

Σημαντική θεωρητική αναφορά κατά τη διαμόρφωση του τεχνολογικού πλαισίου της μελέτης και έργου μας αποτελεί το πρόσωπο και έργο του Jaron Lanier, ο οποίος εκτός των άλλων θεωρείται και ο «πατέρας» της εικονικής πραγματικότητας. Ο Lanier, στο βιβλίο του *Dawn of the New Everything* (Lanier 2017) μελετά την έννοια και χρήση της εικονικής πραγματικότητας από πρακτική, τεχνολογική, θεωρητική αλλά και φιλοσοφική πλευρά. Υποστηρίζει ότι η χρήση τέτοιων τεχνολογιών, εκτός από το να συμβάλλουν στη δημιουργία εμπυθιστικών και εξατομικευμένων εμπειριών, δημιουργούν μια «ολοκληρωμένη ψευδαίσθηση» κατά την οποία υλοποιούνται και εξερευνώνται εναλλακτικές πραγματικότητες βασισμένες σε δημιουργικές εισόδους προερχόμενες από την χρήση και έχοντας ως αποτέλεσμα δυναμικές και προσωπικές οπτικοακουστικές εμπειρίες. Δίνει συγχρόνως έμφαση στη δυνατότητα των εφαρμογών εικονικής πραγματικότητας να εμβαθύνουν τη σύνδεση του ανθρώπου με τον εαυτό του και να ενισχύσουν την αυτό-αντίληψη, καθώς δύνανται να προβάλουν και αντικατοπτρίσουν εσωτερικές λειτουργίες και καταστάσεις, τοποθετώντας τον ίδιο τον χρήστη στο επίκεντρο της εμπειρίας ως παρατηρητές.

Ο Lanier (2017) στην περιγραφή του βιβλίου του τονίζει ότι οι εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας αποτελούν την «...πιο αποτελεσματική συσκευή που εφευρέθηκε ποτέ για να ερευνήσει τί είναι στην πραγματικότητα ένας άνθρωπος και πώς σκεφτόμαστε και αισθανόμαστε». Υποστηρίζει ότι έχουν τη δυνατότητα να αναδιαμορφώσουν τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τους εαυτούς μας και την πραγματικότητα μετατοπίζοντας το ενδιαφέρον στην εμπειρία ενώ συγχρόνως τοποθετώντας τον άνθρωπο στο κέντρο αυτής. Κατ' επέκταση, η επιλογή μας για χρήση αισθητήρων για τη λήψη βιοσημάτων και η υλοποίηση του έργου σε περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας, σε συνδυασμό με τη συμβολική χαρτογράφηση των βιοσημάτων σε στοιχεία της φύσης, αποτελεί μια προσπάθεια γεφύρωσης της τεχνολογίας με την εξερεύνηση του τεχνολογικού εαυτού, με σκοπό την βαθύτερη εσωτερική εξερεύνηση και προσωπική ενδυνάμωση εντός του ψηφιακού περιβάλλοντος.

3.6 Η Θεωρία της «Ευκαμψίας Ανθρωποειδούς»

Μια ακόμη αναφορά στο έργο του Lanier και στον τρόπο υλοποίησης του ψηφιακού μας έργου, έχει να κάνει με μια προστιθέμενη διάσταση που παρέχει η χρήση εικονικής πραγματικότητας και η χρησιμοποίηση του ανθρώπινου σώματος ως μέσω έκφρασης. Ο Lanier αναλύει την έννοια της «Ευκαμψίας του Ανθρωποειδούς» (Humuncular Flexibility) στην εικονική πραγματικότητα (Won et al.2015), κατά την οποία παρόμοιες εφαρμογές εμβυθιστικού χαρακτήρα παρέχουν τη δυνατότητα στους χρήστες να «κατοικήσουν» (inhabit) και ελέγξουν άβαταρς και σώματα διαφορετικά από τα δικά τους. Συγκεκριμένα, με πειράματα και την αντίστοιχη μελέτη τους, υποστηρίζει ότι οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να μάθουν να ελέγχουν σώματα και μέρη ενός διαφοροποιημένου ξένου σώματος, αλλάζοντας και ανα-χαρτογραφώντας (remapping) τη σχέση μεταξύ παρακολουθούμενης (tracked motion) και αποδιδόμενης κίνησης (rendered motion), προσφέροντας έτσι μια εντελώς νέα οπτική η οποία φανερώνει τη δυνατότητα της συγκεκριμένης τεχνολογίας να προσφέρει χαρακτηριστικά ενδυνάμωσης και αυτοπεποίθησης.

Έτσι, στο έργο μας επιλέξαμε τη λειτουργία της αναπνοής ως είσοδο για τη διαμόρφωση οπτικών και ακουστικών στοιχείων αλλά συγχρόνως ανα-διαμορφώσαμε και χρησιμοποιήσαμε το αντίστοιχο σήμα που καταγράφεται μέσω του αισθητήρα για να λειτουργήσει ως είσοδος δεδομένων για τον έλεγχο κίνησης και πλοήγησης του χρήστη. Αυτό έχει στόχο να τοποθετήσει τον χρήστη στο επίκεντρο μια εμβυθιστικής εμπειρίας όπου η διαμόρφωση του διαδραστικού έργου αλλά και η πλοήγηση εντός του εικονικού περιβάλλοντος εξελίσσεται ή συνδιαμορφώνεται από αυτόματες λειτουργίες του νευρικού του συστήματος, προσφέροντας έτσι μια μοναδική εξατομικευμένη εμπειρία αυτό-συνειδητοποίησης η οποία οδηγεί σε αίσθηση ενδυνάμωσης, αυτό-αντίληψης, αυτό-ανακάλυψης και αναδιαμόρφωσης της ταυτότητας και έννοιας του τεχνολογικού εαυτού.

3.7 Καλλιτεχνικές Επιρροές

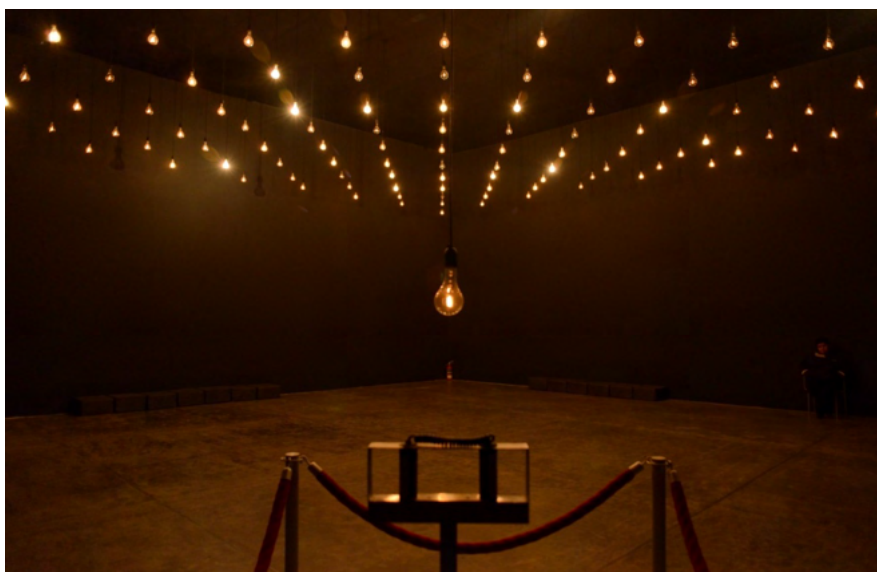
Οι καλλιτεχνικές επιρροές στις οποίες βασίστηκε η σύλληψη και υλοποίηση της εγκατάστασής μας προέρχονται από ένα ευρύ φάσμα καλλιτεχνικών έργων και εγκαταστάσεων βασισμένα στη βιοανάδραση (biofeedback), υλοποιούμενα αποκλειστικά ή και συνδυαστικά από τη χρήση βιοσημάτων. Αποτελούνται επίσης από βιντεοπαιχνίδια

εικονικής πραγματικότητας τα οποία ενσωματώνουν τη χρήση βιοσημάτων για τον έλεγχο του παίκτη ή και την εξέλιξη της ιστορίας μέσω της διάδρασης καθώς και από εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας συνδεδεμένες με ψυχολογικά οφέλη όπως π.χ. VR εφαρμογές διαλογισμού.

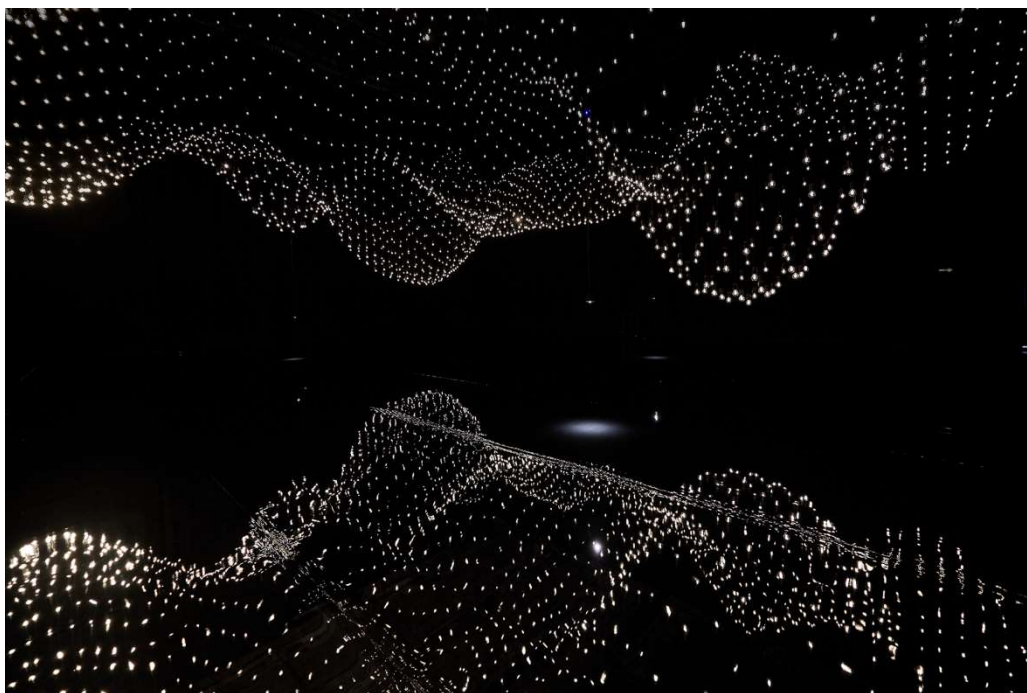
3.7.1 Καλλιτεχνικές Εγκαταστάσεις

Στο έργο του “Pulse Room”, ο Rafael Lozano-Hemmer (2006) καταγράφει τους παλμούς των επισκεπτών σε πραγματικό χρόνο και τους χρησιμοποιεί για να θέσει σε λειτουργία ηλεκτρικούς λαμπτήρες που αποτελούν μέρος μια εγκατάστασης μεγάλων διαστάσεων και οι οποίοι ενεργοποιούνται σε αντιστοιχία με τα σήματα αυτά (εικ. 1), θέλοντας να αναπαραστήσει συμβολικά τη σκηνή ενός κινηματογραφικού φιλμ. Συγχρόνως, δημιουργεί μια συναισθηματική επίκληση στη μοναδικότητα του ατόμου και τη δύναμη της ανθρωπότητας.

Ο Lozano-Hemmer χρησιμοποιεί ξανά τους καταγραφόμενους παλμούς των επισκεπτών για να σκηνοθετήσει μια εμπυθιστική εμπειρία φωτισμού και ήχου στην εγκατάστασή του με τίτλο “Pulse Topology” (εικ. 2), όπου υποστηρίζει ότι δημιούργησε “...μια πλατφόρμα αυτό-εκπροσώπησης μεταφράζοντας την εσωτερική δύναμη σε εξωτερική φόρμα και αναπαράσταση, δίνοντας υπόσταση στην αόρατη δύναμη του καρδιακού παλμού, ο οποίος φωτίζει και στη συνέχεια αργοσβήνει σε μια συμβολική και μεταφορική υπενθύμιση της θνητότητας (memento mori)”(Lozano-Hemmer 2011).

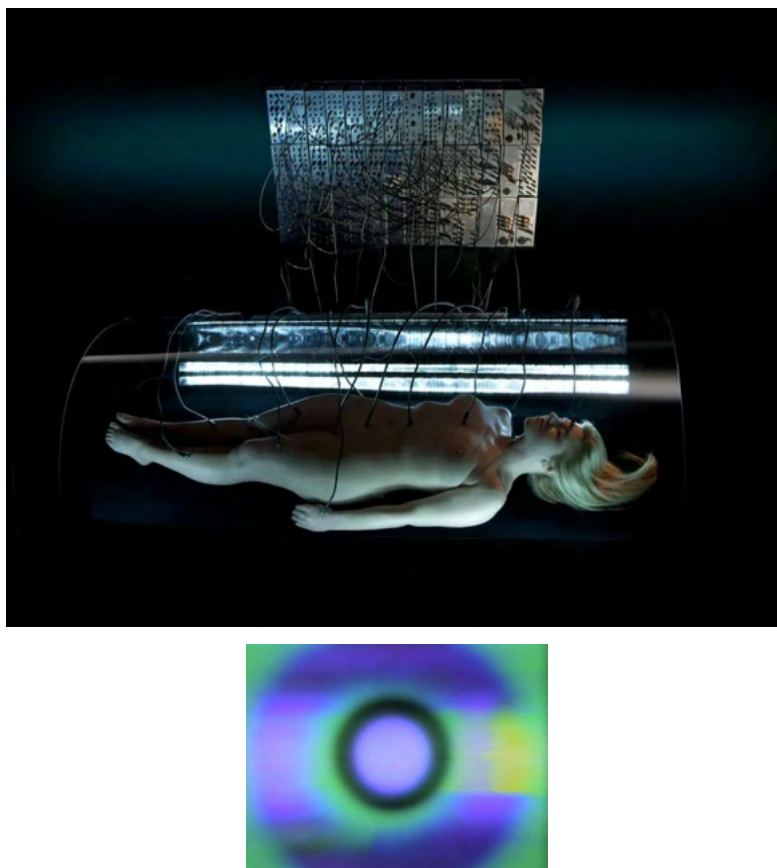


Εικόνα 1. Lozano-Hemmer, Rafael. 2006. *Pulse Room*, accessed 26 January 2025. https://www.lozano-hemmer.com/pulse_room.php



Εικόνα 2. Lozano-Hemmer, Rafael. 2011. *Pulse Topology*, accessed 26 January 2025. https://www.lozano-hemmer.com/pulse_topology.php

Μια ακόμα επιρροή αποτελεί η Amy Karle και τα Bio-art έργα της στα οποία χρησιμοποιεί τη βιοανάδραση ως μέσο για να επιχειρήσει να ενώσει το σώμα και τη συνείδησή της με την τεχνολογία με σκοπό να παράγει καλλιτεχνικό έργο. Συγκεκριμένα, στο έργο της “Biofeedback” (Karle 2011) καταγράφει τον καρδιακό της παλμό με φορητή τεχνολογία (wearables) κατά τη διάρκεια που διαλογίζεται και χρησιμοποιεί το σήμα για να παράγει εικόνα σε πραγματικό χρόνο μέσω ενός αναλογικού επεξεργαστή βίντεο. Επιπροσθέτως, καταγράφοντας τα εγκεφαλικά βιοσήματα της μέσω ηλεκτροδίων παράγει ήχο, χαρτογραφώντας τα και δίνοντας είσοδο σε ένα σύστημα αρθρωτού αναλογικού συνθεσάιζερ (modular synthesizer) (εικ. 3). Σε παρόμοια έργα της, όπως το “Brainsongs” (Karle 2015), χρησιμοποιεί συσκευές ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος (EEG) για να μεταφράσει τις σκέψεις και συναισθήματα της σε μουσική σύνθεση μέσω συστημάτων ψηφιακής διεπαφής (digital interface).



Εικόνα 3. Karle, Amy. 2011. *Biofeedback* accessed 26 January 2025
<https://www.amykarle.com/project/biofeedback/>

3.7.2 Εφαρμογές και Παιχνίδια Εικονικής Πραγματικότητας βασισμένα στη Βιοανάδραση

Μια ιδιαίτερη κατηγορία καλλιτεχνικών αλλά και τεχνολογικών εφαρμογών οι οποίες επηρέασαν τον τρόπο υλοποίησης του έργου μας αποτελούν διάφοροι πειραματισμοί οπτικοποίησης των λειτουργιών του ανθρώπινου σώματος σε συνδυασμό με τη χρήση αισθητήρων. Συγκεκριμένα, βασιστήκαμε σε έργα/πειραματισμούς που υλοποιήθηκαν με σκοπό να ενισχύσουν την ψυχική υγεία των χρηστών με τρόπους όπως η καθοδηγούμενη εξάσκηση αναπνοής και ο διαλογισμός με παράλληλη οπτικοποίηση της λειτουργίας της αναπνοής.

Αρχικό παράδειγμα αποτελεί το σύστημα του Mark Lim (2023) το οποίο οπτικοποιεί χρωματικά και σχηματικά τη διαδικασία της αναπνοής για να ενισχύσει τους τρόπους ηρεμίας και χαλάρωσης βασισμένους στις βαθιές αναπνοές (εικ. 4). Η εργασία αυτή αποτέλεσε συγχρόνως έμπνευση για την ελαστική ζώνη που κατασκευάσαμε και εφαρμόζεται στον

θώρακα, φέροντας επάνω της τον ειδικό αισθητήρα κάμψης (flex sensor) και αποτέλεσε την τελική μας επιλογή για την τεχνική καταγραφή της αναπνοής.



Εικόνα 4. Lim, Mark. 2023. *Breath Visualizer*. accessed 26 January 2025 <https://www.instructables.com/Make-a-Breathing-Visualizer-With-an-Arduino-Stretc/>

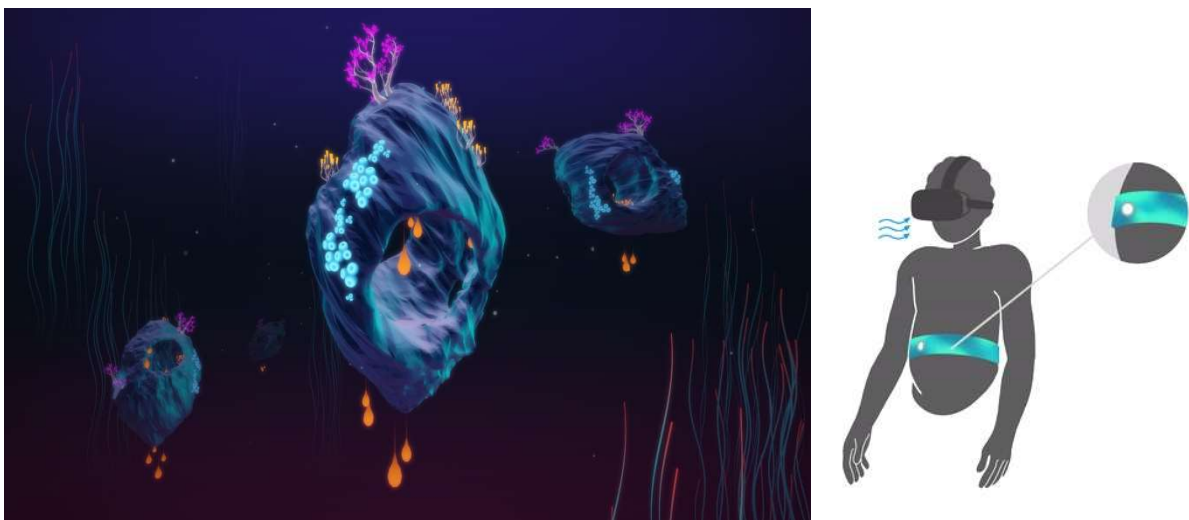
Σημαντική επιρροή αποτέλεσε επίσης η ενσωμάτωση εφαρμογών βιοανάδρασης σε περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας, τα οποία προσφέρουν μεγαλύτερη εμπύθιση στο χρήστη. Παράδειγμα τέτοιων εφαρμογών αποτελεί το Flowborne (Infinity Speaks 2021), το οποίο προσφέρει μια εμπειρία διαλογισμού βασισμένη στην αναπνοή κατά την οποία το περιεχόμενο επηρεάζεται από βιοσήματα αναπνοής του χρήστη σε πραγματικό χρόνο καταγραφόμενα από την κοιλιακή χώρα μέσω ειδικού αισθητήρα (εικ. 5).

Η εφαρμογή αυτή συνδυάζει την ψηφιακή αφήγηση με εφαρμογές βιοανάδρασης με σκοπό την βελτίωση της ψυχικής υγείας, τα οποία εφαρμόζονται σε περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας.



Εικόνα 5. *Flowborne* Αντλήθηκε από flowborne.com, accessed 26 January 2025. <https://flowborne.com/>

Έμπνευση αποτέλεσαν επίσης συγκεκριμένα παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας τα οποία ενσωματώνουν παρόμοιες τεχνικές βιοανάδρασης βασισμένες στην αναπνοή και κατά τα οποία επηρεάζεται διαδραστικά ο τρόπος παίξιματος και εξέλιξης του παιχνιδιού (gameplay). Το Deep (Deep Technologies 2022) αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα, καθώς η λειτουργία της αναπνοής χρησιμοποιείται για να ελέγξει και κατευθύνει την πλοήγηση του παίκτη εντός μιας εμβυθιστικής εμπειρίας διαλογισμού που έχει σκοπό να τον οδηγήσει σε χαλάρωση και μείωση άγχους, συνδυάζοντας τη διασκέδαση με θετικά χαρακτηριστικά και αποτελέσματα. Η αναπνοή χρησιμοποιείται επίσης για να επηρεάσει με διάφορους τρόπους τρισδιάστατα αντικείμενα και οπτικά στοιχεία εντός του εικονικού περιβάλλοντος (εικ. 6).

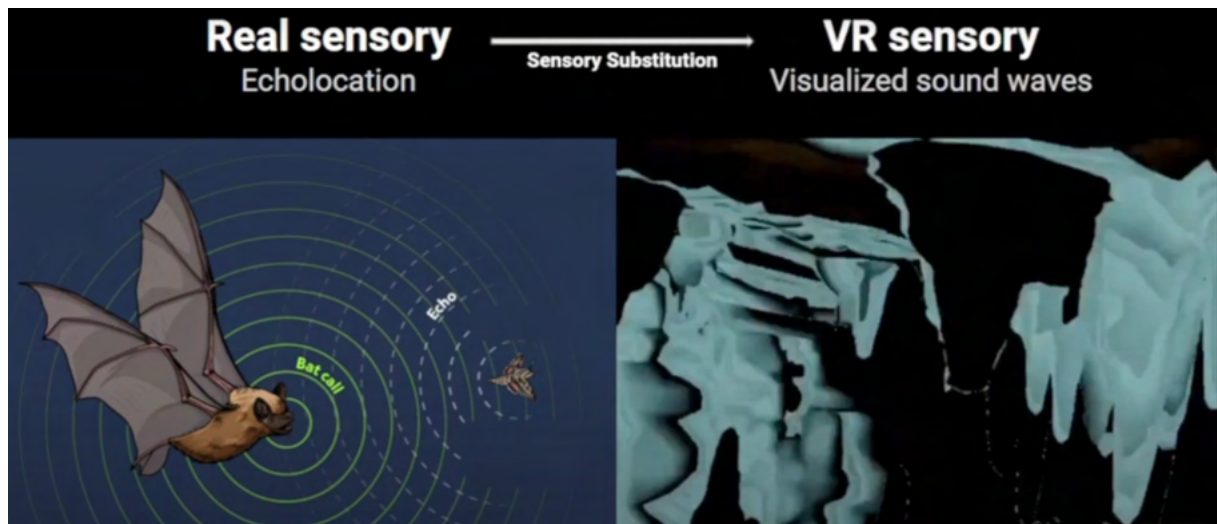


Εικόνα 6. Deep Αντλήθηκε exploredeep.com, accessed 26 January 2025.
<https://www.exploreddeep.com/#deepquest>

Παρόμοιους τρόπους gameplay ενσωματώνει και το Nevermind (Flying Mollusk 2016), ένα παιχνίδι εικονικής πραγματικότητας κατά το οποίο ο παίκτης πρέπει να ρυθμίσει τους καρδιακούς του παλμούς με σκοπό να εξελιχθεί η ιστορία και να καταφέρει να προσπεράσει τα διάφορα εμπόδια και προκλήσεις με ευκολότερο τρόπο. Όσο ο καρδιακός ρυθμός παραμένει υψηλός, το παιχνίδι γίνεται ολοένα και πιο δύσκολο.

Τέλος, μια ακόμα επιρροή αποτελεί το Animal Sense (Hsu et al. 2024), μια εφαρμογή/παιχνίδι εικονικής πραγματικότητας κατά την οποία ο χρήστης βρίσκεται στη θέση να ελέγχει το αβαταρ διαφόρων ζώων με σκοπό να κατανοήσει και βιώσει τις ιδιαίτερες αισθητηριακές και κινητικές τους λειτουργίες. Ο χρήστης μπορεί να βιώσει για παράδειγμα την πανοραμική όραση μιας αράχνης ή τη λειτουργία πλοήγησης μιας νυχτερίδας η οποία

χρησιμοποιεί το σόναρ της για να κατευθυνθεί στο χώρο. Το παιχνίδι αυτό εκτός από πρακτική εφαρμογή της έννοιας του Homuncular Flexibility που αναφέραμε προηγουμένως, ενσωματώνει και στοιχεία βιοανάδρασης, καθώς π.χ. ο χρήστης αντικαθιστά τα σήματα του σόναρ της νυχτερίδας με τη φωνή του, η οποία χρησιμοποιείται ως σήμα σε πραγματικό χρόνο για να φωτίσει τον εικονικό χώρο και να μπορέσει ο παίκτης να πλοηγηθεί στον κατά τα άλλα σκοτεινό χώρο (εικ.7).



Εικόνα 7. *Animal Sense* Αντλήθηκε AnimalSense: Understanding Beyond-human Sensory Capabilities of Animals via VR Game, accessed 26 January 2025. <https://programs.sigchi.org/chi/2024/program/content/150725>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

4.1 Ερευνητικό Κενό

Όπως παρατηρούμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, οι εκτενείς μελέτες και εφαρμογές διαδραστικών καλλιτεχνικών έργων Βιο-τέχνης που αναφέραμε (και είναι βασισμένες στα βιοσήματα και τη βιοανάδραση), έχουν συμβάλει στην εξερεύνηση της ενσωμάτωσης της αλληλεπίδρασης ανθρώπινου σώματος και μηχανής στο ευρύτερο πλαίσιο των ψηφιακών τεχνών, ενσωματώνοντας συνήθως ανθρώπινες κινήσεις ή πιο απλές δραστηριότητες βασισμένες στη φυσιολογία. Παρά το γεγονός αυτό, υπάρχει περιορισμένη έρευνα στο πεδίο

εξερεύνησης της ενσωμάτωσης των λειτουργιών του αυτόματου νευρικού συστήματος του ανθρώπου (αναπνοή, παλμός, ανοιγοκλείσιμο ματιών, εγκεφαλική δραστηριότητα κυμάτων Άλφα) σε πραγματικό χρόνο, εντός καλλιτεχνικών πλαισίων, και αυτό το κενό θα προσπαθήσουμε να καλύψουμε και εξερευνήσουμε με την παρούσα μελέτη και έργο μας, αξιοποιώντας συγχρόνως το περιβάλλον της εικονικής πραγματικότητας για να αναβαθμίσουμε και εξελίξουμε τη μελέτη αυτού του είδους.

Συγχρόνως, με τη μελέτη μας, θα επιχειρήσουμε να συνδέσουμε τη διαδραστική τέχνη βασισμένη στα βιοσήματα με φιλοσοφικά ερωτήματα και κοινωνικο-ψυχολογικές προεκτάσεις που αφορούν το σώμα, την ταυτότητα και την τεχνολογία, ερευνώντας την έννοια και εξέλιξη του «Τεχνολογικού Εαυτού». Σκοπός του καλλιτεχνικού μας έργου είναι να ξεπεραστεί η απλή οπτικοποίηση των δεδομένων βιοσημάτων αλλά και ο οπτικός εντυπωσιασμός, και να δοθεί έμφαση στις προεκτάσεις ενδυνάμωσης και προώθησης της ψυχικής υγείας, αυτογνωσίας και επανασύνδεσης του ανθρώπου με το σώμα και την ταυτότητα του, οφέλη τα οποία μπορεί να επιφέρει και καλλιεργήσει ένα διαδραστικό καλλιτεχνικό έργο σε εμβυθιστικό περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας.

4.2 Συσχέτιση της Έννοιας του Τεχνολογικού Εαυτού με την Παρούσα Μελέτη.

Η μελέτη μας, και κατ' επέκταση το έργο που δημιουργήσαμε, βασίζεται κυρίως στο θεωρητικό πλαίσιο που μας παρέχει ο Lurppicini σχετικά με τον «Τεχνολογικό Εαυτό» και συγκεκριμένα στον τρόπο με τον οποίο η χρήση βιοσημάτων σε πραγματικό χρόνο δύναται να δημιουργήσει μια εμπειρία «Τεχνολογικού Εαυτού» μέσω της διαδραστικής τέχνης. Επιχειρούμε να εξερευνήσουμε τη σχέση και σύνδεση των δεδομένων που παράγει το ανθρώπινο σώμα, και συγκεκριμένα το αυτόνομο νευρικό σύστημα, με την ψηφιακή έκφραση, δίνοντας έμφαση στις έννοιες της ενσωμάτωσης (embodiment), ταυτότητας και αυτογνωσίας, στοιχεία αποτελούν βασικές έννοιες της θεωρίας του Lurppicini.

Με τη δημιουργία της εγκατάστασής μας σε περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας θα ερευνήσουμε πώς η διαδραστική τέχνη παραγόμενη από βιοσήματα σε πραγματικό χρόνο προτρέπει και δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να βιώσει την εμπειρία του δικού του τεχνολογικού εαυτού, γεφυρώνοντας το ψηφιακό με το φυσικό μέσα σε ένα πλαίσιο το οποίο καλλιεργεί και προωθεί την ενδυνάμωση και επανασύνδεση του ανθρώπου με την ίδια του τη φυσιολογία και συναισθήματα. Η μελέτη του Lurppicini αναλύει τον τρόπο με τον οποίο η

τεχνολογία ενώνει το φυσικό πεδίο με το ψηφιακό, καθιστώντας ασαφή τα όρια μεταξύ τους δημιουργώντας συγχρόνως έναν τεχνολογικό εαυτό ο οποίος εξελίσσεται ως υβρίδιο μεταξύ του πραγματικού κόσμου και των ψηφιακών επιρροών. Σύμφωνα με τον Lurpicini υπάρχει η ανάγκη να επεκταθεί η παραδοσιακή έννοια κατανόησης της ανθρώπινης ταυτότητας και να ληφθεί υπόψη το νέο αυτό υβριδικό μοντέλο το οποίο χρήζει συνεχούς ανανέωσης και προσαρμογής καθώς οι ψηφιακές τεχνολογίες εξελίσσονται ραγδαία και ενσωματώνονται όλο και περισσότερο στην καθημερινότητά μας.

4.3 Ενδυνάμωση, Ψυχολογικά και Κοινωνικά Οφέλη

Με το συγκεκριμένο καλλιτεχνικό έργο επιχειρούμε να προσφέρουμε στους χρήστες μια εμπειρία η οποία προωθεί την αίσθηση ενδυνάμωσης και ενισχύει την αυτογνωσία μέσω της αλληλεπίδρασης με την ψηφιακή τέχνη βασιζόμενη στα μοναδικά βιοσήματα τους. Δημιουργείται μια νέα μορφή αυτό-έκφρασης σε πραγματικό χρόνο η οποία, όχι μόνο αποτελεί προϊόν αυτόματων λειτουργιών του ανθρώπου (γεγονός το οποίο τονίζει τη μοναδικότητα της ανθρώπινης ταυτότητας) αλλά συγχρόνως καλεί τον χρήστη να βιώσει την παρουσία του/της με ένα μοναδικό τρόπο, θέλοντας έτσι να ενισχύσουμε την αυτό-κατανόηση και εμπιστοσύνη στον βιολογικό εαυτό.

Επιπροσθέτως, ενθαρρύνεται η δυνατότητα του χρήστη να φανταστεί, επανεξετάσει, αναπλάσει και επαναπροσδιορίσει την ταυτότητά του εντός ενός εμπυθιστικού ψηφιακού πλαισίου ενώ συγχρόνως ενισχύεται ο αυτό-στοχασμός και η ψυχολογική ενδυνάμωση καθώς αναδιαμορφώνεται η κατανόηση του εαυτού (βιολογικού και ως αντίληψη ταυτότητας) εντός ενός ραγδαία εξελισσόμενου κοινωνικού πλαισίου όπου η επικράτηση της τεχνολογίας τείνει να διαμεσολαβεί σε όλες τις διαπροσωπικές, κοινωνικές και οικονομικές συναλλαγές. Το γεγονός αυτό αντικατοπτρίζει τη μελέτη του Lurpicini ο οποίος εξερευνά επίσης τη δυνητική επιρροή της τεχνολογίας στην ενδυνάμωση, αυτοαντίληψη, και προσωπική εξέλιξη μέσω φορετών τεχνολογικών εξαρτημάτων (wearables).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

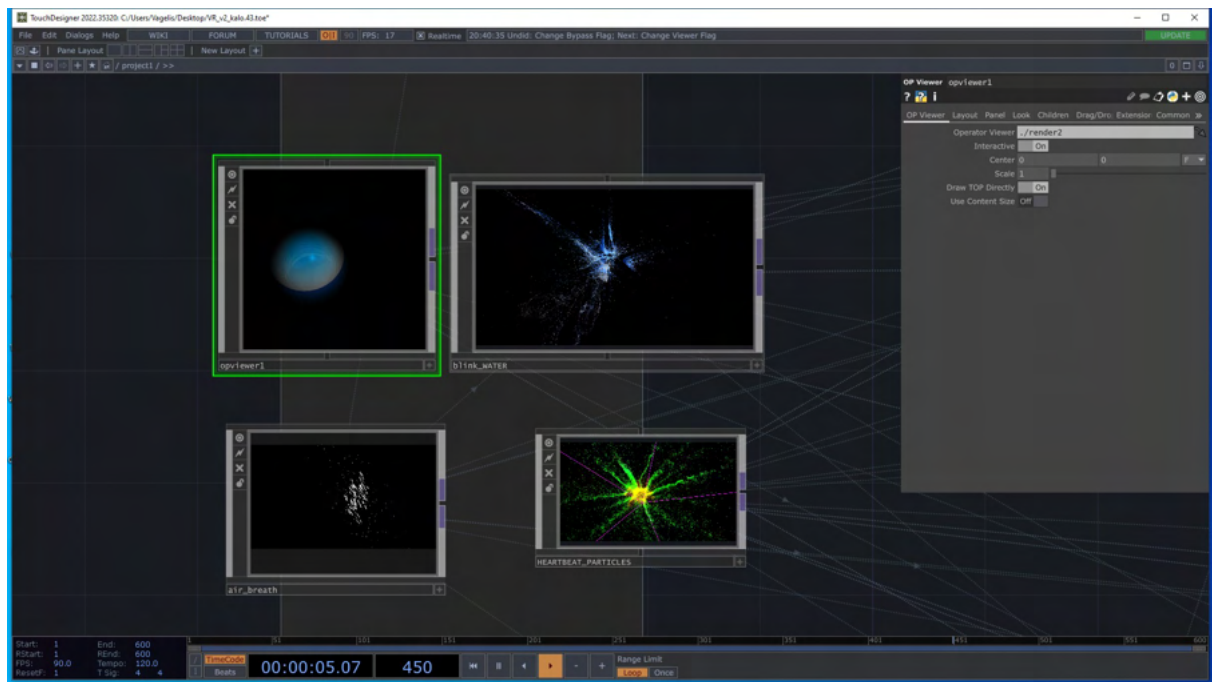
5.1 Σύνθεση – Σχεδιασμός

Για την υλοποίηση του έργου επιλέξαμε λειτουργίες του αυτόνομου νευρικού συστήματος του ανθρώπου οι οποίες εκτελούνται αυτόματα, όπως ο καρδιακός παλμός (ακούσια) ή και με την επίγνωσή μας και η αναπνοή (εκούσια). Στο έργο μας τοποθετήσαμε στον τρισδιάστατο χώρο αντικείμενα συμβολικής αναπαράστασης των λειτουργιών αυτών, στα οποία στη συνέχεια χαρτογραφήσαμε (mapping) τα εισερχόμενα βιοσήματα που συλλέξαμε από τους αισθητήρες μας. Συγκεκριμένα επιλέξαμε τις παρακάτω λειτουργίες:

- **Καρδιακός παλμός**
- **Αναπνοή**
- **Αυτόματο ανοιγοκλείσιμο των ματιών**
- **Εγκεφαλικά κύματα Άλφα τα οποία συνδέονται με την ηρεμία και την έλλειψη στρες και άγχους**

5.1.2 Συμβολική Χαρτογράφηση Αντικειμένων

Για την καλλιτεχνική αναπαράσταση και χαρτογράφηση των παραπάνω λειτουργιών επιλέξαμε να δημιουργήσουμε τρισδιάστατα αντικείμενα τα οποία αντιστοιχίστηκαν με στοιχεία και λειτουργίες της φύσης (εικ. 8), θέλοντας έτσι να δώσουμε έμφαση στην αρμονία ανθρώπου και φύσης και στην έντονη και πηγαία διασύνδεση μεταξύ τους. Στόχος ήταν επίσης να συμβολίσουμε τη ζωή, δύναμη και ανθεκτικότητα του βιολογικού εαυτού ο οποίος, εν μέσω μια ραγδαίας τεχνολογικής ανάπτυξης μπορεί να αντικατοπτρίσει έννοιες της φύσης και να εξελιχθεί ως ένας δυνατότερος τεχνολογικός εαυτός με αυτοπεποίθηση και εντονότερη αίσθηση αυτογνωσίας.



Εικόνα 8. Τρισδιάστατα Αντικείμενα Συμβολικής Αναπαράστασης(TouchDesigner)

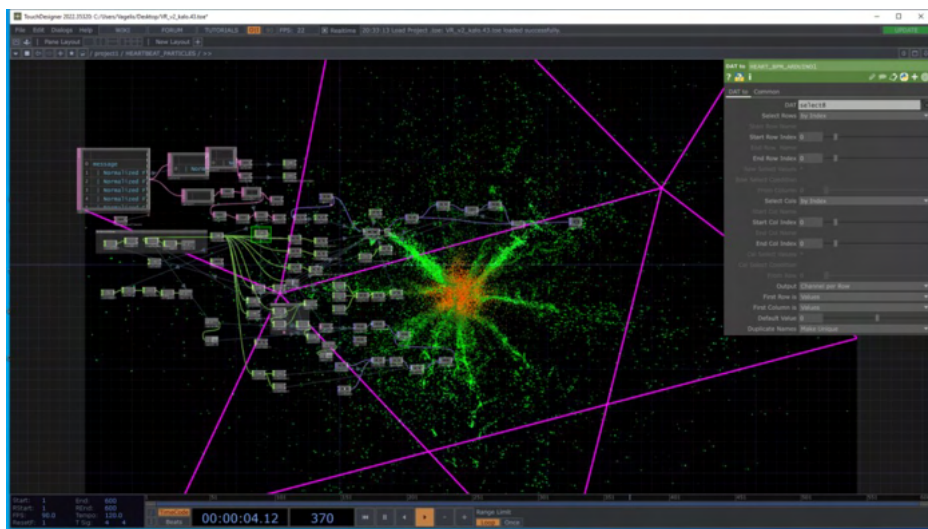
5.1.2.1 Καρδιακός Παλμός

Πιο συγκεκριμένα, ο καρδιακός παλμός επιλέξαμε να αντιστοιχιστεί στο ριζικό σύστημα των δέντρων, το οποίο, όπως και η καρδιά, μεταφέρει τα απαραίτητα στοιχεία για να μπορέσει να υπάρξει ζωή. Όπως η καρδιά μεταφέρει το αίμα στο ανθρώπινο σώμα έτσι και οι ρίζες μεταφέρουν τα απαραίτητα στοιχεία (νερό, θρεπτικά στοιχεία, οξυγόνο κτλ.) από το έδαφος μέχρι τα κλαδιά και τα φύλλα των δέντρων και φυτών (εικ. 9).



Εικόνα 9. Φωτογραφία Αρχείου – Ριζικό Σύστημα. Canva, n.d. Αντλήθηκε από <https://www.canva.com>, accessed January 27, 2025.

Έτσι, δημιουργήσαμε ένα τρισδιάστατο σύστημα σωματιδίων (particle system), με τρόπο που θα αναλύσουμε στη συνέχεια. Το χρώμα των ριζών είναι πράσινο ενώ όσο πιο πλησιάζουμε στο κέντρο γίνεται ολοένα και πιο κόκκινο και καφέ θέλοντας έτσι να προσδώσουμε τη συμβολική ένωση του κόκκινου του αίματος και της καρδιάς με τα γήινα χρώματα του χώματος και της ρίζας. Με κάθε σήμα καρδιακού παλμού που λαμβάνεται από τον χρήστη, παρακολουθούμε το σύστημα σωματιδίων να πάλλεται και να κινείται γρηγορότερα με τρόπο που φανερώνει μεταφορά στοιχείων, ενώ συγχρόνως παράγεται ήχος καρδιακού παλμού (εικ. 10).



Εικόνα 10. Τρισδιάστατο Αντικείμενο Ριζικού Συστήματος

5.1.2.2 Αναπνοή

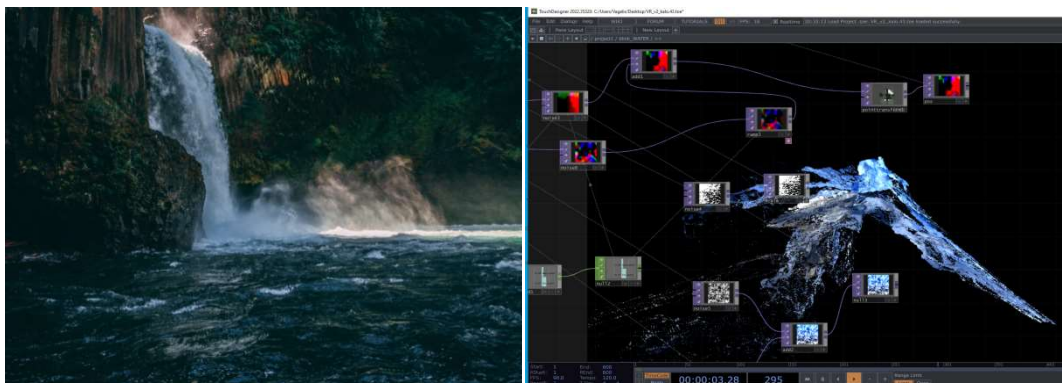
Η αναπνοή αντιστοιχίζεται με τον άνεμο αλλά και το οξυγόνο. Έτσι, δημιουργήθηκε καταρχήν ένα τρισδιάστατο σύμπλεγμα, σχεδόν διαφανές, το οποίο αποτελείται από ένα νηματικό μοντέλο (wireframe) λευκού χρώματος και το οποίο κατά την εισπνοή/εκπνοή του χρήστη διαλύεται και κινείται με ευκολία στο χώρο, ενώ συγχρόνως παράγεται ήχος που θυμίζει αέρα. Με την αναπαράσταση αυτή καθρεφτίζεται η λειτουργία της αναπνοής η οποία κατέχει την ιδιαιτερότητα να βιώνεται αβίαστα και ασυνείδητα κατά την αυτόματη διαδικασία, παραμένοντας απαρατήρητη (όπως π.χ. στον ύπνο ή όταν δε γίνεται συνειδητά). Συγχρόνως, αποτελεί λειτουργία ζωτικής σημασίας για τη ζωή και για αυτό το λόγω κατέχει συμβολικά ιδιαίτερα μεγάλο μέγεθος στον τρισδιάστατο χώρο του έργου, ενώ παράλληλα επηρεάζει και παραμέτρους του συμβόλου του υγρού στοιχείου που θα εξηγήσουμε στη συνέχεια. (εικ. 11).



Εικόνα 11. Φωτογραφία Αρχείου – Σύννεφα/Αέρας. Canva, n.d. Αντλήθηκε από <https://www.canva.com>, accessed January 27, 2025.

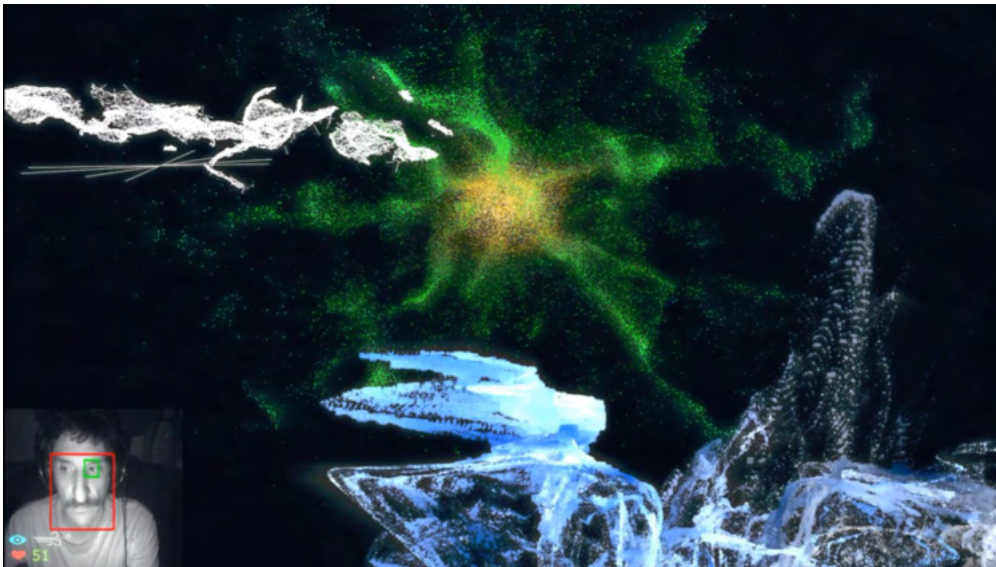
5.1.2.3 Αυτόματο Ανοιγοκλείσιμο των Ματιών

Η συγκεκριμένη λειτουργία εξυπηρετεί το σκοπό να κρατά το εσωτερικό των ματιών υγρό και καθαρό, αναζωογονώντας το και προστατεύοντας το από την ξηρότητα και τα μικροσκοπικά επιμολυντικά στοιχεία. Για το λόγο αυτό επιλέξαμε να την αντιστοιχίσουμε με το υγρό στοιχείο και την ευγενική, ομαλή κίνηση του τρεχούμενου νερού το οποίο διατηρεί ένα οικοσύστημα καθαρό ενώ συγχρόνως αναζωογονεί και συντηρεί το γύρω περιβάλλον. Έτσι, παρατηρούμε ένα συμβολικό σύστημα σωματιδίων γαλάζιου και λευκού χρώματος το οποίο θυμίζει καταρράκτες και ποτάμια και το οποίο, όπως προαναφέραμε, επηρεάζεται από τα βιοσήματα αναπνοής, δηλαδή τον αέρα στη φύση. Κατά την εισπνοή/εκπνοή του χρήστη το μέγεθος και η ροή των σωματιδίων του νερού γίνεται εντονότερη (εικ. 12).



Εικόνα 12. Φωτογραφία Αρχείου – Υγρό Στοιχείο. Canva, n.d. Αντλήθηκε από <https://www.canva.com>, accessed January 27, 2025.

Όσον αφορά το ανοιγοκλείσιμο των ματιών, στην πρώτη φάση ανάπτυξης του έργου μας είχε αναπτυχθεί ο τρόπος καταγραφής του μέσω της χρήσης web camera και κώδικα python σε συνδυασμό με τη βιβλιοθήκη OpenCV (εικ. 13). Από τη στιγμή που επιλέξαμε να υλοποιήσουμε το έργο σε περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας με τη χρήση συσκευής VR, αυτός ο τρόπος καταγραφής του βλεφαρίσματος δεν ήταν δυνατό να υλοποιηθεί. Αντί αυτού, επιλέξαμε να δημιουργήσουμε ένα αυτόματο σήμα ανοιγοκλεισίματος το οποίο αντιστοιχεί σε μια τιμή μέσου όρου μέσα στη μέρα, όπου συμβαίνει αυτή η αυτόματη λειτουργία.. Έτσι, το σύμβολο του υγρού στοιχείου τοποθετήθηκε για να συμβολίσει τη συγκεκριμένη λειτουργία όπου και παρακολουθούμε να επηρεάζεται ο τρόπος ροής και οι κυματισμοί του, βασισμένα σε ένα αυτόματο τυποποιημένο σήμα το οποίο αναπαράγεται 15 φορές το λεπτό. Συγχρόνως παράγεται και το αντίστοιχο ηχητικό στοιχείο. Στη συνέχεια (Κεφάλαιο 7) θα αναπτύξουμε πιθανούς τρόπους με τους οποίους μπορεί στο μέλλον να καταγραφεί η συγκεκριμένη λειτουργία ανοιγοκλεισίματος των ματιών, εντός γυαλιών εικονικής πραγματικότητας.

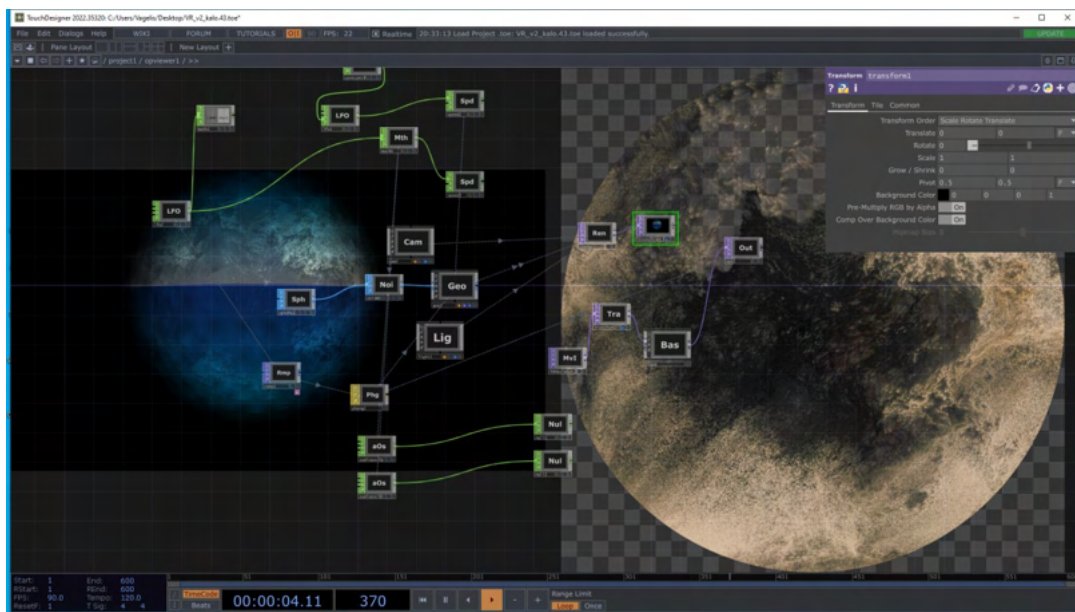


Εικόνα 13. Καταγραφή Ματιού μέσω Web Camera, Python και Βιβλιοθήκης OpenCV

5.1.2.4 Εγκεφαλικά Κύματα Άλφα

Τα εγκεφαλικά κύματα Άλφα σχετίζονται με την ηρεμία και γαλήνη του ανθρώπου, όταν δηλαδή αυτός βρίσκεται σε ήρεμη ψυχική κατάσταση, και παρατηρούνται συνήθως κατά τη

διάρκεια του διαλογισμού ή σε καταστάσεις έντονης δημιουργικότητας. Τα κύματα αυτά (με μήκος κύματος 8-12 Hz) βοηθούν στη μείωση του στρες και προωθούν την αίσθηση εσωτερικής γαλήνης. Για την αναπαράσταση των κυμάτων Άλφα στον τρισδιάστατο χώρο του έργου μας, επιλέξαμε ως σύμβολο τη Σελήνη η οποία με την ηρεμία και γαλήνη που εκπέμπει το «φως» και η αργή περιστροφή της, αντιστοιχίζεται άμεσα με τη λειτουργία των κυμάτων Άλφα ενώ συγχρόνως τονίζει την ενότητα φύσης και ανθρώπου καθώς και την αίσθηση εσωτερικής χαλάρωσης (εικ. 14).



Εικόνα 14. Τρισδιάστατο Αντικείμενο - Σελήνη

Με τη χρήση ειδικών αισθητήρων ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος (EEG) είναι δυνατό να καταγραφεί σε πραγματικό χρόνο η ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου, την οποία και έχουμε χαρτογραφήσει και επιλέξει να επηρεάζει το χρωματικό περίβλημα του ουράνιου σώματος της Σελήνης. Για την αναπαράσταση του συγκεκριμένου βιοσήματος έχουμε επιλέξει το μπλε χρώμα καθώς είναι πολιτισμικά και ψυχολογικά συνδεδεμένο με έννοιες όπως η ηρεμία, γαλήνη κτλ. Καθώς η χρήση αισθητήρα καταγραφής κυμάτων Άλφα προτείνεται για τη μελλοντική ανάπτυξη και εξέλιξη του έργου μας και όχι στην παρούσα έκδοσή του, στη συγκεκριμένη εγκατάσταση δημιουργήσαμε ένα αυτοματοποιημένο σήμα παρόμοιας ταλάντωσης (12 hz) για να υποκαταστήσει την είσοδο της ηλεκτρικής δραστηριότητας του εγκεφάλου και το οποίο στη συνέχεια χαρτογραφείται και επηρεάζει το σύμβολο της Σελήνης με τον τρόπο που περιγράψαμε αλλά και παράγει ήχο.

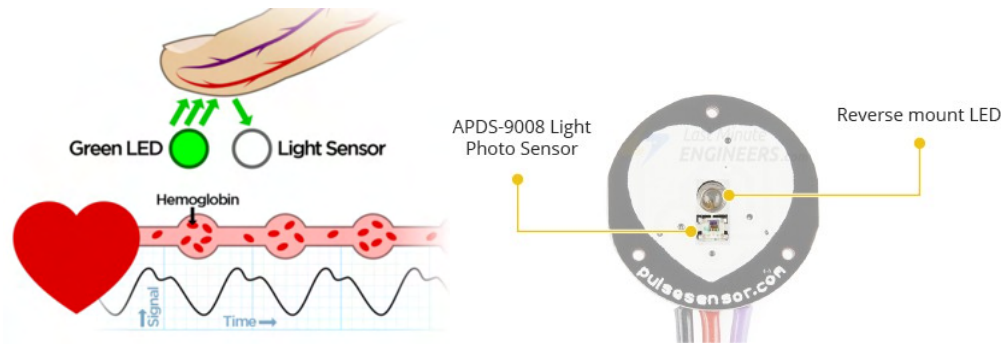
5.2 Κατασκευή – Μονάδες Υλικού (Hardware Setup) - Συλλογή Δεδομένων

Για την καταγραφή των βιοσημάτων του χρήστη σε πραγματικό χρόνο, γίνεται όπως προαναφέραμε, χρήση ειδικών αισθητήρων οι οποίοι συνδέονται στη μητρικά πλακέτα Arduino, η οποία παρέχει την πλατφόρμα επικοινωνίας μεταξύ των αισθητήρων και του λογισμικού επεξεργασίας των σημάτων και παραγωγής των οπτικοακουστικών στοιχείων. Συγκεκριμένα, για τη λήψη σήματος του καρδιακού παλμού χρησιμοποιήθηκε ειδικός αισθητήρας δακτύλου (World Famous Electronics llc.) τοποθετημένος με κλωστή επάνω σε λουρί με υλικό Velcro, το οποίο στη συνέχεια προσαρμόζεται και τοποθετείται γύρω από το δάκτυλο του χρήστη μεταφέροντας το σήμα (εικ. 15).



Εικόνα 15. Αισθητήρας Καρδιακού Παλμού και Κατασκευή

Όπως παρατηρούμε (εικ. 16) ο τρόπος λειτουργίας του αισθητήρα βασίζεται σε μια φωτεινή ακτίνα η οποία εκπέμπεται επάνω στο δάχτυλο μέσω LED, ενώ ένας φωτοευαίσθητος μικρο-αισθητήρας καταγράφει συγχρόνως την αλλαγή της έντασης της φωτεινότητας αφού έχει ανακλαστεί επάνω στο δέρμα.



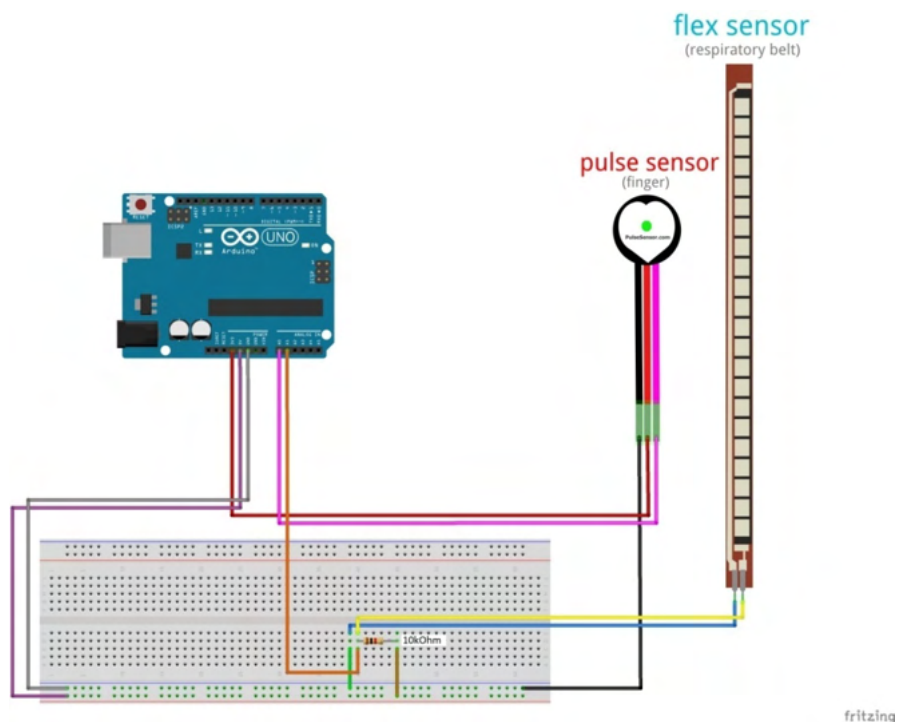
Εικόνα 16. Τρόπος Λειτουργίας Αισθητήρα Παλμού. Αντλήθηκε από Last Minute Engineers, accessed 26 January 2025. <https://lastminuteengineers.com/pulse-sensor-arduino-tutorial/>.

Για την καταγραφή της αναπνοής χρησιμοποιήθηκε ένας αισθητήρας κάμψης (flex sensor) 2.2 ιντσών ο οποίος με τη χρήση ραπτικής μηχανής τοποθετήθηκε επάνω σε μια ειδικά κατασκευασμένη ελαστική ζώνη η οποία σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε για να προσαρμόζεται στο θώρακα του χρήστη ως φορετή τεχνολογία (wearable) (εικ. 17). Ο αισθητήρας αυτός έχει την ιδιότητα να αλλάζει την τάση του ρεύματος που το διαπερνά ανάλογα με το ποσοστό καμπύλωσης του. Έτσι, η ζώνη τοποθετείται στον θώρακα του χρήστη με τέτοιο τρόπο ώστε κατά την εισπνοή/εκπνοή να κάμπτεται αναλόγως ο αισθητήρας, μετατρέποντας τη σωματική αυτή κίνηση σε ηλεκτρικό σήμα.



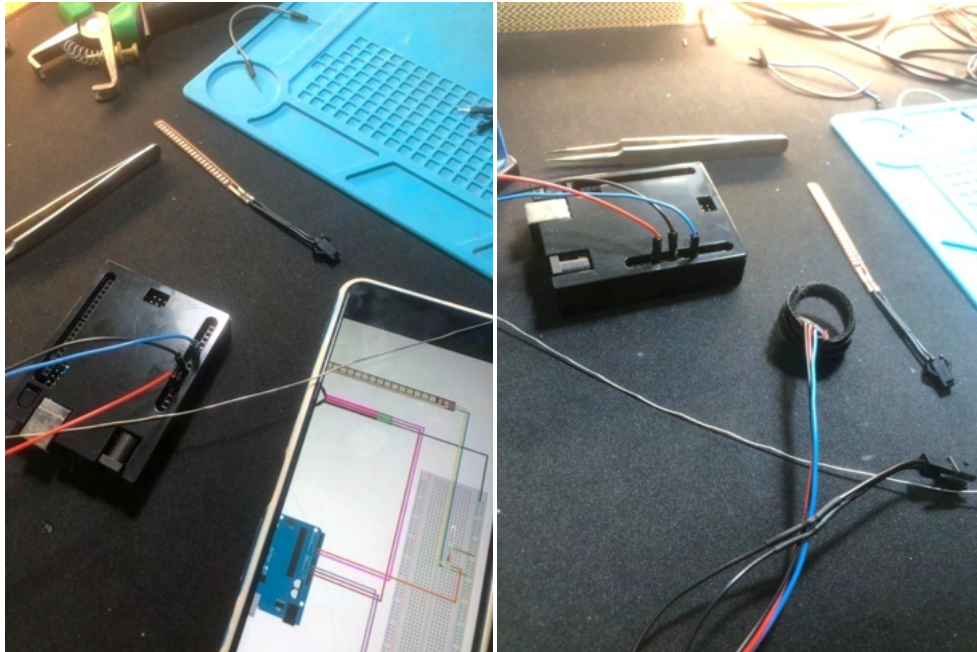
Εικόνα 17. Αισθητήρας Κάμψης και Κατασκευή Ζώνης Καταγραφής Αναπνοής

Όπως παρατηρούμε στο σχετικό σχεδιάγραμμα του κυκλώματος που δημιουργήσαμε (εικ. 18) για να ενωθούν οι αισθητήρες με την πλακέτα Arduino, ο παλμογράφος δαχτύλου συνδέεται απευθείας στην πλακέτα με τάση 3V και το άλλο άκρο του στη γείωση (GND), ενώ στέλνει σήμα στην αναλογική είσοδο A0 του Arduino. Ο flex sensor συνδέθηκε και αυτός στη γείωση και σε τάση 5V ενώ τοποθετήθηκε παράλληλα μια αντίσταση 10k Ohm για να περιορίσει τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος με σκοπό λειτουργήσει σωστά το κύκλωμα και να λάβουμε κατάλληλο και αξιοποιήσιμο σήμα. Το σήμα του flex sensor καταλήγει στην αναλογική είσοδο A1 του Arduino. Η πλακέτα τοποθετήθηκε σε ειδικό προστατευτικό κουτί το οποίο εξασφαλίζει ασφάλεια και σταθερότητα στις ενώσεις. Για την υλοποίηση μιας πιο σταθερής και εύκολα μετακινούμενης και ευέλικτης κατασκευής και αφού πρόκειται για σχετικά απλό κύκλωμα, θελήσαμε να ξεπεράσουμε τη χρήση πλακέτας διασύνδεσης (breadboard) και να ενώσουμε απευθείας την αντίσταση με τον flex sensor με τη χρήση κολλητηριού, καταλήγοντας κατευθείαν επάνω στην πλακέτα. Στον flex sensor τοποθετήθηκαν ειδικοί σύνδεσμοι (κλιπ) για την εύκολη σύνδεση/αποσύνδεση της ζώνης με την πλακέτα (εικ. 19).



Εικόνα 18. Σχεδιάγραμμα Κυκλώματος Arduino στην εφαρμογή Fritzing

Για να διαβαστούν και επεξεργαστούν τα δυο αυτά αναλογικά σήματα δημιουργήθηκε και φορτώθηκε στην πλακέτα κώδικας σε γλώσσα C++ (Παράρτημα Α) και τον οποίο θα αναλύσουμε στη συνέχεια.



Εικόνα 19. Κατασκευή και Συναρμολόγηση Αισθητήρων & Arduino

5.3 Ανάλυση Κώδικα Arduino

Όπως παρατηρούμε στο σχετικό σχεδιάγραμμα (εικ. 18), τα δυο βιοσήματα των αισθητήρων μεταφέρονται στην πλακέτα μέσω των αναλογικών εισόδων A0 και A1. Κατόπιν, με τη χρήση κώδικα, ο οποίος δημιουργήθηκε με τη βοήθεια εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης (Παράρτημα Α), επεξεργαζόμαστε τα σήματα ώστε να μπορέσουν να εισέλθουν στη συνέχεια στο λογισμικό TouchDesigner, το οποίο θα αποτελέσει και το βασικό μας πρόγραμμα περαιτέρω επεξεργασίας και δημιουργίας του οπτικοακουστικού υλικού και θα υποστηρίξει την εφαρμογή σε περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας.

Παρατηρώντας μέσω πειραματισμού τις τιμές που καταγράφει ο αισθητήρας καρδιακού παλμού, διαπιστώσαμε μέσω του σχεδιογράφου (plotter) του λογισμικού Arduino, ότι ένα κατάλληλο χαμηλότερο όριο τιμών (threshold) για να δηλώσουμε ότι αναγνωρίζεται ως χτύπος, είναι η τιμή 334. Κάθε φορά που η τιμή του αισθητήρα είναι πάνω από το όριο, ο κώδικας μας επιστρέφει την τιμή «1», ενώ σε αντίθετη περίπτωση την τιμή «0».

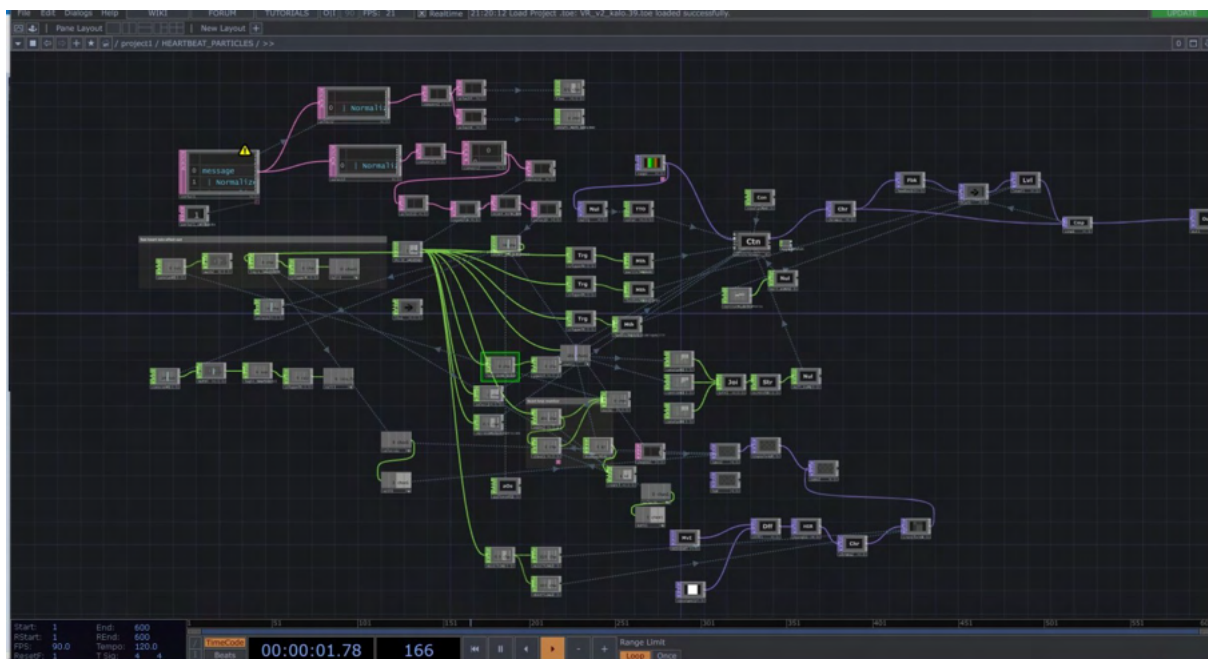
Στη συνέχεια, με τις κατάλληλες εντολές προγραμματισμού επιτύχαμε να μπορούμε να υπολογίσουμε σε πραγματικό χρόνο τη χρονική διαφορά μεταξύ δύο συνεχόμενων χτύπων, με αποτέλεσμα να δημιουργήσουμε τη μεταβλητή του καρδιακού ρυθμού σε BPM (χτύπους αν λεπτό), έναν αριθμό και στοιχείο το οποίο θα μας χρησιμεύσει στη συνέχεια.

Μελετώντας τις τιμές του flex sensor κατά τη διάρκεια της αναπνοής, ορίσαμε ένα κατάλληλο εύρος τιμών (1023, 0) μέσα στο οποίο διαπιστώνεται η λειτουργία εισπνοής-εκπνοής. Οι τιμές αυτές, οριζόμενες στην αντίστοιχη μεταβλητή, θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια για να επηρεάσουν τα οπτικοακουστικά μας στοιχεία. Για την ομοιογένεια των τιμών της συγκεκριμένης μεταβλητής, ανεξάρτητα από την ένταση αναπνοής και τα σωματικά χαρακτηριστικά του εκάστοτε χρήστη, επιτύχαμε μέσω των κατάλληλων εντολών να εξομαλύνουμε (normalize) τις επιστρεφόμενες τιμές χαρτογραφώντας τις (mapping) στο εύρος 0 έως 1, για να επιτύχουμε συνέπεια στο οπτικοακουστικό μας αποτέλεσμα.

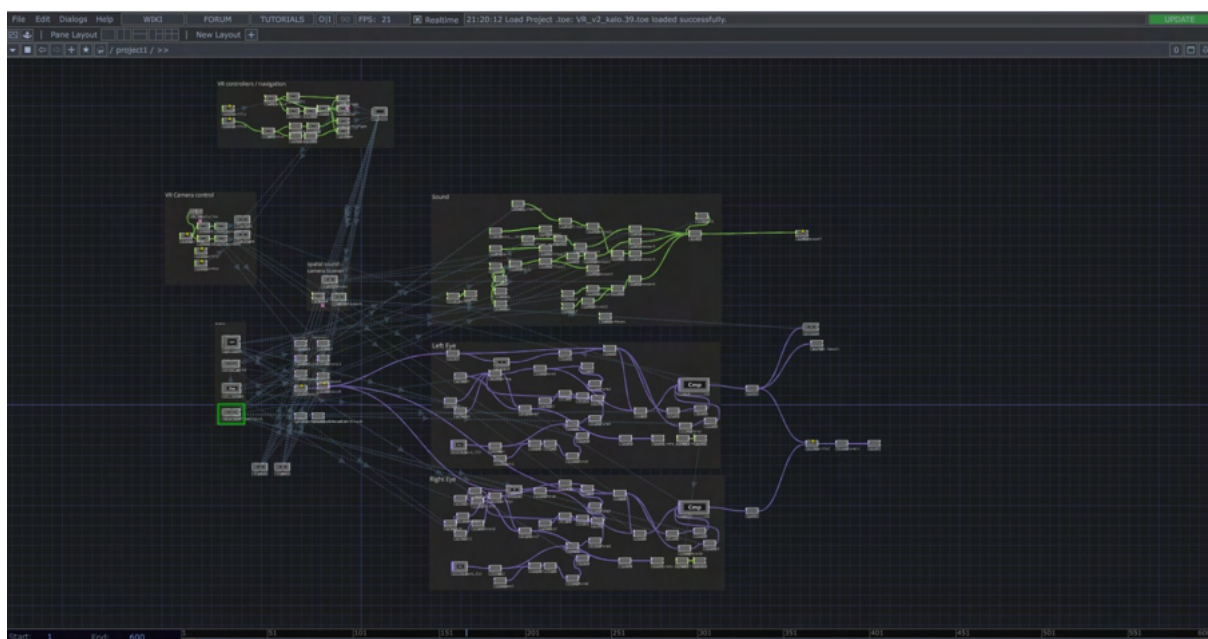
Τέλος, για μεγαλύτερη σταθερότητα και λιγότερο «θόρυβο» στην καταγραφή των τιμών ορίσαμε στο τέλος του κώδικά μας μια χρονική καθυστέρηση 350ms η οποία μεσολαβεί ανάμεσα από κάθε καταγραφή τους.

5.4 TouchDesigner - Παραγωγή και Επεξεργασία Οπτικοακουστικού Υλικού σε Πραγματικό Χρόνο - Ροή Εργασιών (Workflow)

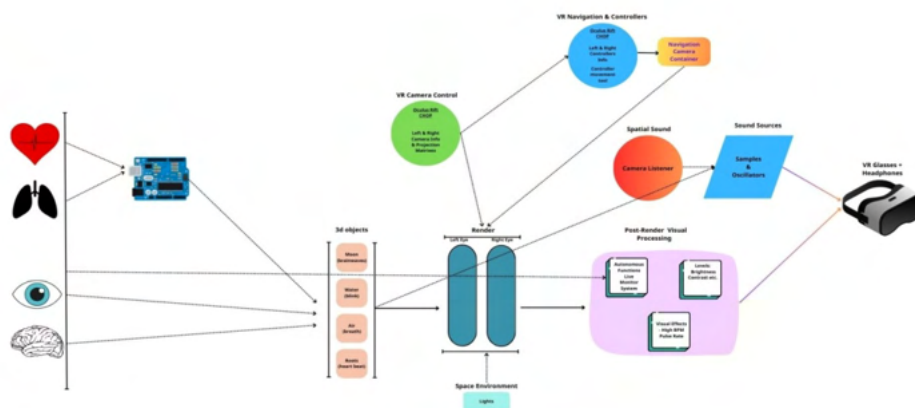
Βασικό εργαλείο στο οποίο υλοποιήθηκε το έργο μας αποτέλεσε το TouchDesigner, μια πλατφόρμα βασισμένη σε περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού η οποία χρησιμοποιείται για τη δημιουργία και διαμόρφωση οπτικοακουστικού περιεχομένου σε πραγματικό χρόνο (real-time interactive multimedia applications). Μέσω σειριακού σήματος (Serial DAT Operator) επιτύχαμε να εισάγουμε στο TouchDesigner, μέσω του Arduino, τις τιμές που λαμβάνουμε από τους αισθητήρες βιοσημάτων, για να μπορέσουμε στη συνέχεια να επηρεάσουμε τις παραμέτρους και την παραγωγή οπτικών και ηχητικών στοιχείων (εικ. 20). Στην Εικόνα 21 παρατηρούμε τη συνολική εικόνα του τελικού μας συστήματος όπως διαμορφώθηκε στο TouchDesigner ενώ στην Εικόνα 22 βλέπουμε το σχεδιάγραμμα της ροής εργασιών και τον τρόπο με τον οποίο στήθηκε το οπτικοακουστικό μας σύστημα.



Εικόνα 20. Εισαγωγή Τιμών Arduino στο TouchDesigner με Serial DAT Operator



Εικόνα 21. Σχεδιάγραμμα του Συνολικού Πρότζεκτ στο TouchDesigner.

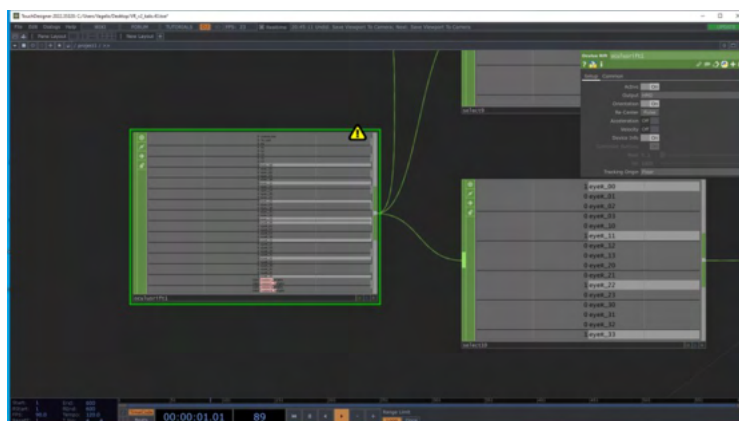


Εικόνα 22. Ροή Εργασιών (Workflow)

5.4.1 Εφαρμογή Εικονικής Πραγματικότητας – Εξοπλισμός

Για την υλοποίηση του έργου μας και εξαγωγή οπτικοακουστικού υλικού σε περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας και πλοήγησης εντός αυτού, χρησιμοποιήσαμε τα γυαλιά εικονικής πραγματικότητας Oculus Rift CV1 της Meta, τα οποία συνοδεύονται από δυο ασύρματα χειριστήρια πλοήγησης καθώς και δυο αισθητήρες αναγνώρισης κινήσεων.

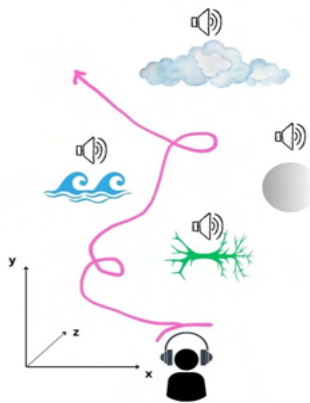
Εκμεταλλευόμενοι τις πληροφορίες που μας δίνουν οι ανιχνευτές κίνησης, μπορέσαμε μέσω του Oculus Rift CHOP Operator (εικ.23) να χαρτογραφήσουμε τις κινήσεις κεφαλιού (μέσω Projection Matrix) και χεριών για να υλοποιήσουμε το οπτικό output κάθε ματιού (VR Camera Control) αλλά και να δημιουργήσουμε το σύστημα πλοήγησης εντός του τρισδιάστατου χώρου (VR Navigation Control).



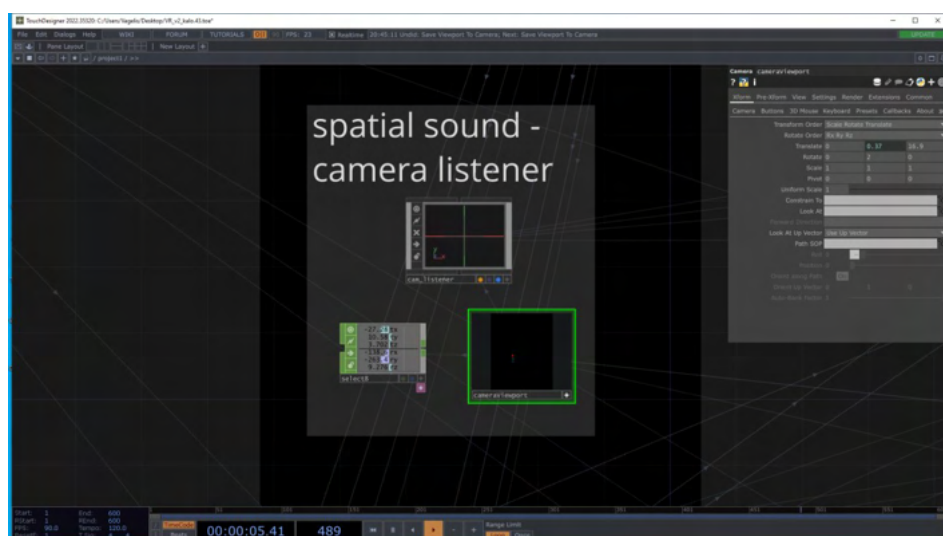
Εικόνα 23. Άντληση Πληροφοριών Κίνησης του Head Set μέσω του Oculus Rift CHOP στο TouchDesigner.

5.4.2 Χωρικός Ήχος (Spatial Sound)

Οι παραπάνω τιμές του Oculus Rift CHOP που αφορούν την πλοήγηση στον τρισδιάστατο χώρο, χρησιμοποιήθηκαν επίσης ως βάση για τη δημιουργία χωρικού ήχου (spatial sound) (εικ. 24). Συγκεκριμένα, δημιουργήσαμε ένα εικονικό σημείο ακροατή (camera listener object) το οποίο έχει τις ίδιες συντεταγμένες x, y, z (translate, rotate) με το σημείο που βρίσκεται η κάμερα του χρήστη (εικ. 25). Στη συνέχεια, και ενώ έχουμε ήδη ορίσει τα σημεία των τρισδιάστατων αντικειμένων μας στο χώρο, επιτύχαμε να καταστήσουμε τα αντικείμενα αυτά ως πηγές ήχου (source object) χρησιμοποιώντας το Audio Render CHOP στην έξοδο κάθε ηχητικού αντικείμενου, πριν αυτές καταλήξουν στα ενσωματωμένα ακουστικά των VR glasses τα οποία έχουμε ορίσει ως την τελική έξοδο ήχου (εικ 26).



Εικόνα 24. Χωρικός Ήχος στις Τρεις Διαστάσεις.



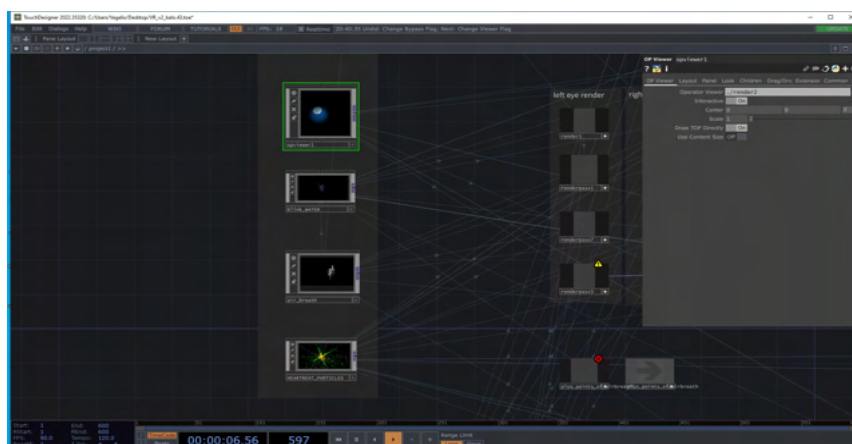
Εικόνα 25. Δημιουργία Εικονικού Σημείου Ακροατή στον Τρισδιάστατο Χώρο (TouchDesigner).



Εικόνα 26. Εξαγωγή Ήχου με συνδυασμό Audio Render CHOPs (TouchDesigner).

5.4.3 Τρισδιάστατα Αντικείμενα και Ήχος

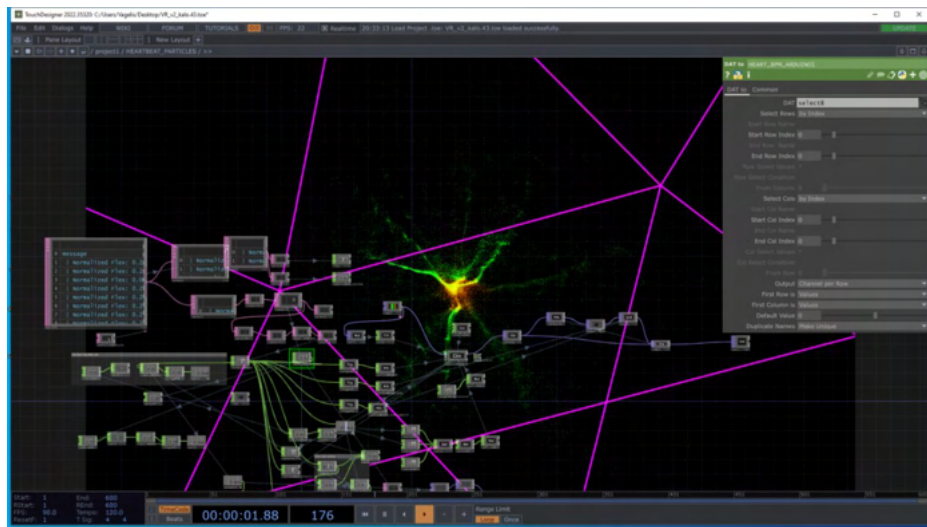
Κεντρικό στοιχείο του οπτικού κομματιού του έργου μας αποτελούν τα τρισδιάστατα αντικείμενα τα οποία εντάσσονται, όπως προαναφέραμε, ως αφηρημένες συμβολικές αναπαραστάσεις και αντιστοιχίσεις των αυτόνομων λειτουργιών του ανθρώπινου νευρικού συστήματος. Όπως παρατηρούμε στο σχετικό σχεδιάγραμμα (εικ.27), τα τέσσερα αντικείμενα τα οποία τοποθετήσαμε στον τρισδιάστατο χώρο, αποδίδονται οπτικά (render) το κάθε ένα ξεχωριστά με τη χρήση Render Pass TOP. Λόγω της υλοποίησης του έργου σε περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας, χρειάστηκε ξεχωριστό render για το κάθε μάτι καθώς και ξεχωριστό σύστημα περαιτέρω οπτικής επεξεργασίας (effects, διαδραστική διαμόρφωση εικόνας κτλ.) πριν το τελικό output.



Εικόνα 27. Οπτική Απόδοση Τρισδιάστατων Αντικειμένων με Render Pass TOPs (TouchDesigner).

Καρδιακός Παλμός

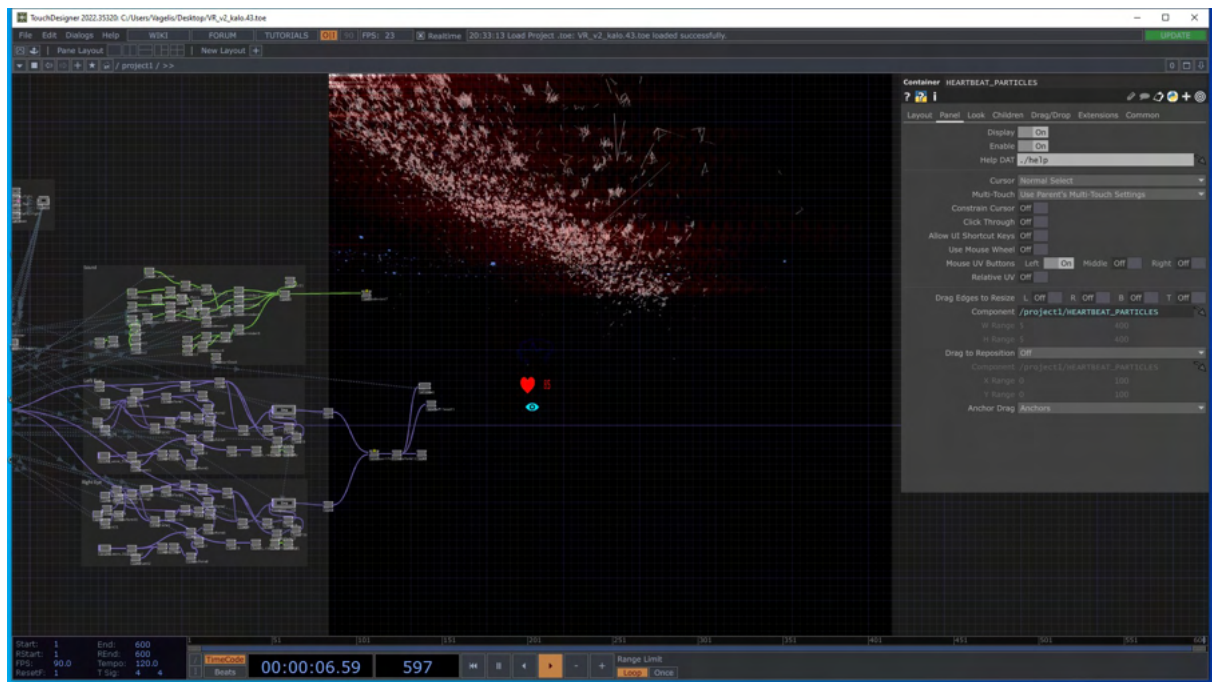
Όπως προαναφέραμε, στον καρδιακό παλμό αντιστοιχίσαμε το σύμβολο της ρίζας και για να μπορέσουμε να το αναπαραστήσουμε χρησιμοποιήσαμε ένα σύστημα οπτικών σωματιδίων (εικ. 28). Συγκεκριμένα, παραμετροποιώντας το ParticlesGPU, ένα έτοιμο εργαλείο της παλέτας του TouchDesigner, καταφέραμε να δημιουργήσουμε μια αφηρημένη εικόνα ενός ριζικού συστήματος, με κεντρική βάση και διακλαδώσεις, στους χρωματισμούς που προαναφέραμε.



Εικόνα 28. Δημιουργία Συστήματος Οπτικών Σωματιδίων με ParticlesGPU (TouchDesigner).

Λαμβάνοντας τις τιμές του καρδιακού παλμού από το Arduino, τις χρησιμοποιήσαμε για να διαμορφώσουμε σε πραγματικό χρόνο διάφορες παραμέτρους του συστήματος σωματιδίων ενώ τις ανα-χαρτογραφήσαμε εντός του προγράμματος ανάλογα με το εύρος τιμών των εκάστοτε παραμέτρων που επιθυμούσαμε να ελέγξουμε. Κάθε χτύπος επηρεάζει π.χ. την ταχύτητα των σωματιδίων, την ένταση των δυνάμεων που ασκούνται στο σύστημα (για να θυμίζει καρδιακό παλμό), την περιστροφή του συστήματος καθώς και το χρώμα και διασκορπισμό των σωματιδίων εντός του πεδίου εξασκούμενων δυνάμεων.

Μια ακόμα προσθήκη διάδρασης με το οπτικοακουστικό κομμάτι, αποτελεί η χρήση της τιμής του καρδιακού ρυθμού (BPM) στην οποία θέσαμε το όριο (threshold) των 80 χτύπων το λεπτό, πάνω από το οποίο ξεκινά να διαδραματίζεται ένα έντονο οπτικοακουστικό μοτίβο σε πραγματικό χρόνο. Συγκεκριμένα, η ορατότητα γίνεται θολή και παρουσιάζονται έντονοι κόκκινοι χρωματισμοί/αλλοιώσεις (εικ.29).

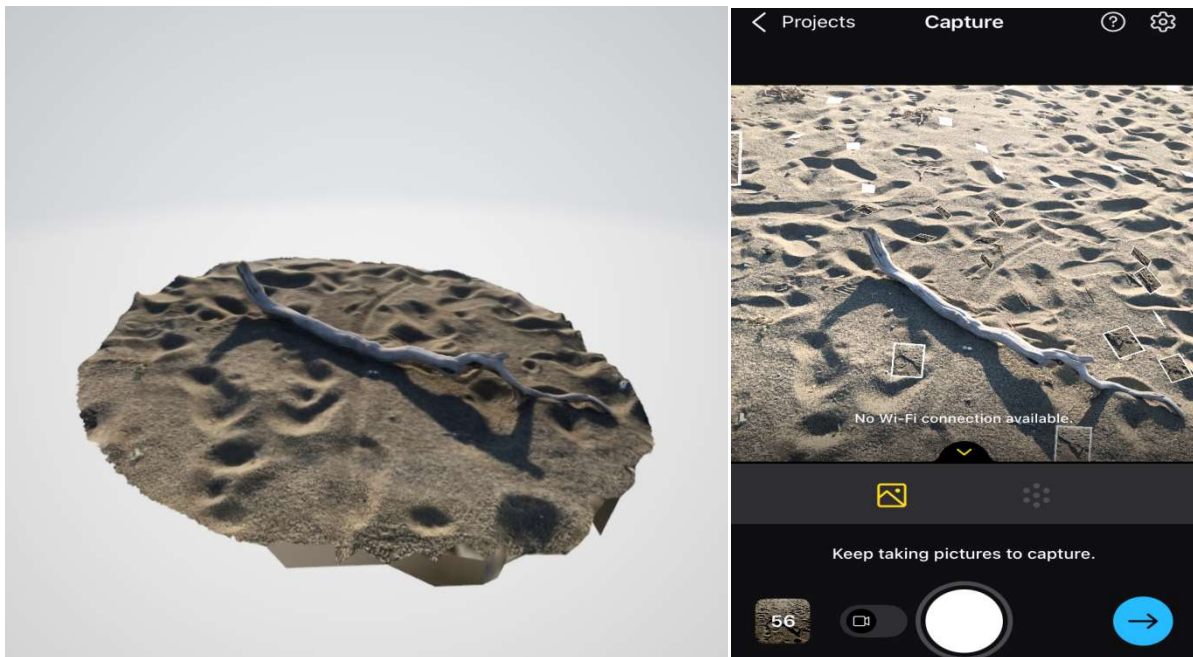


Εικόνα 29. Οπτικό FX ενεργοποιούμενο με την Αύξηση του Καρδιακού Ρυθμού (TouchDesigner).

Συγχρόνως με την εικόνα, αναδιαμορφώνεται και μια πηγή ήχου (την οποία θα αναλύσουμε στη συνέχεια), ανεβαίνοντας σε συχνότητα και ένταση. Με την ένταξη της λειτουργίας αυτής, προσθέτουμε ένα ακόμα στοιχείο διάδρασης το οποίο προσκαλεί συγχρόνως τον χρήστη να ελέγξει τους παλμούς του/της και να επανέλθει σε ήρεμη ψυχική κατάσταση με σκοπό να εξομαλυνθεί η ροή της εμπειρίας, ενισχύοντας έτσι το θεωρητικό πλαίσιο και τους στόχους της μελέτης μας.

Όσον αφορά το ηχητικό κομμάτι του αντικειμένου τις ρίζας, αποτελείται από έναν ήχο τυμπάνου χαμηλής συχνότητας (μπότα), τον οποίο δημιουργήσαμε και επεξεργαστήκαμε με τη χρήση εξωτερικού αναλογικού drum synth. Το δείγμα ήχου αυτό (sample), διαμορφώθηκε συχνοτικά μέσω ενός φίλτρου (Audio Filter CHOP) ενώ στην έντασή του χαρτογραφήθηκε η τιμή του καρδιακού παλμού. Έτσι, κάθε φορά που αναγνωρίζεται χτύπος, η ένταση του δείγματος πηγαίνει από το 0 που είναι η σιγή, στο 1, περνώντας συγχρόνως από ένα φίλτρο ADSR για την πιο ομαλή εξέλιξη και σβήσιμο του ήχου.

Παράλληλα, έχουμε χαρτογραφήσει την τιμή του καρδιακού ρυθμού για να ορίζει την συχνότητα ενός ταλαντωτή ήχου (Audio Oscillator CHOP) που παράγει ημιτονοειδή κύματα (sine wave). Με αυτό τον τρόπο, θελήσαμε να διαμορφώσουμε και εμπλουτίσουμε τον ηχητικό σχεδιασμό του έργου μας, δημιουργώντας ένα συνεχόμενο βόμβο (drone) ο οποίος



Εικόνα 31. Δημιουργία Τρισδιάστατου Αντικειμένου με Τεχνική Φωτογραμμετρίας (Reality Scan app.)

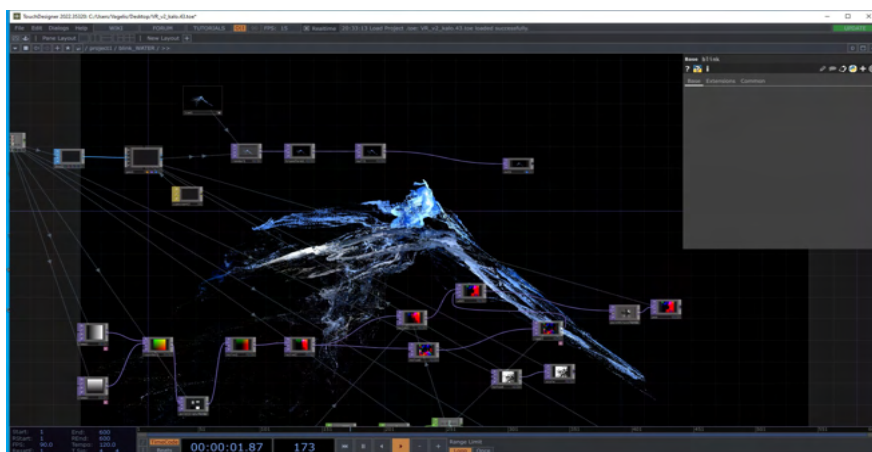
Επιλέξαμε να οπτικοποιήσουμε το μοντέλο μας ως πλαίσιο σκελετού (wireframe) και να επεξεργαστούμε διάφορες παραμέτρους της υφής του για να δημιουργήσουμε μια αφηρημένη καλλιτεχνική αναπαράσταση που θυμίζει σωματίδια αέρα και στοιχεία από σύννεφο. Στη συνέχεια, λαμβάνοντας τις τιμές από τον flex sensor μέσω του Arduino, χαρτογραφήσαμε την κίνηση εισπνοής και εκπνοής σε διάφορες παραμέτρους του τρισδιάστατου μοντέλου με σκοπό η λειτουργία της αναπνοής να επηρεάζει την κίνησή τους, τον άνεμο που τα «διαλύει» και τα μετακινεί καθώς και την πυκνότητα των γεωμετριών που επιλέξαμε να εμφανίζονται κατά την εισπνοή άμμου.

Συγχρόνως, για το ηχητικό κομμάτι του αέρα, χρησιμοποιήσαμε μια γεννήτρια λευκού θορύβου μέσω ταλαντωτή (Audio Oscillator CHOP – type: white noise) την οποία ενώσαμε με ένα συχνотικό φίλτρο Low Pass το οποίο περιορίζει τις υψηλές συχνότητες στο σημείο που θα του ορίσουμε. Κατόπιν, δημιουργήσαμε αντίγραφα του σήματος από την είσοδο του αισθητήρα αναπνοής και τα χαρτογραφήσαμε σε ανάλογες τιμές για να επηρεάζουν το σημείο επιλογής της συχνότητας του φίλτρου (filter cut off frequency σε Hz) αλλά και την ένταση του ταλαντωτή ήχου. Ως αποτέλεσμα, κατά τη λειτουργία της αναπνοής αναπαράγεται συγχρόνως ήχος, ο οποίος αναπαριστά και θυμίζει τον ήχο του ανέμου.

Αυτόματο ανοιγοκλείσιμο των ματιών

Όπως προαναφέραμε, επιλέξαμε να αντιστοιχίσουμε το αυτόματο ανοιγοκλείσιμο των ματιών στο στοιχείο του νερού. Για τη δημιουργία της τρισδιάστατης οπτικής αναπαράστασης του νερού χρησιμοποιήσαμε Geometry Instancing, μια τεχνική κατά την οποία μεγάλος αριθμός πανομοιότυπων σημείων υφής (texture), αποδίδονται (render) στον τρισδιάστατο χώρο μετασχηματίζοντας τη θέση, περιστροφή και μέγεθος του κάθε σημείου ανεξάρτητα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, ως υφή ορίσαμε ένα τυχαίο θόρυβο δυο διαστάσεων (Noise TOP) στον οποίο εισάγαμε ως είσοδο χρωματικά σημεία, όπου η θέση και το μέγεθος (scale) του κάθε σημείου να είναι ανάλογο του χρώματος του καθενός, και τον οποίο επεξεργαστήκαμε στις δυο διαστάσεις αναδιαμορφώνοντας τον με παραπάνω noise TOPS και μπλε χρωματικές αποχρώσεις που να θυμίζουν το στοιχείο του νερού. Στόχος ήταν να δημιουργήσουμε ένα τρισδιάστατο σύνολο σημείων το οποίο θυμίζει καταρράκτες και ποτάμια και τα οποία στη συνέχεια μπορούμε να επεξεργαστούμε σε πραγματικό χρόνο.

Καθώς στη συγκεκριμένη μελέτη, όπως προαναφέραμε, δεν υπήρχε η τεχνική δυνατότητα για καταγραφή του ματιού σε πραγματικό χρόνο, για τη διαμόρφωση διαφόρων σημείων ελέγχου του noise TOP, και κατ επέκταση των παραμέτρων του νερού, χρησιμοποιήσαμε ένα ταλαντωτή χαμηλών συχνοτήτων (Low Frequency Oscillator – LFO CHOP) για να ορίσουμε μια μέση συχνότητα αυτόματου ανοιγοκλεισίματος των ματιών ανά λεπτό. Επιλέξαμε να δίνεται σήμα ανοιγοκλεισίματος 15 φορές το λεπτό και έπειτα από διαμόρφωση του σήματος, ενεργοποίησης αυτού με κώδικα λογικής (logic chop) και φίλτρο ADSR για πιο ομαλό αποτέλεσμα. Τέλος, το χαρτογραφήσαμε σε ένα εύρος τιμών για να έχουμε ελεγχόμενο επηρεασμό των παραμέτρων του Noise TOP (εικ. 32).

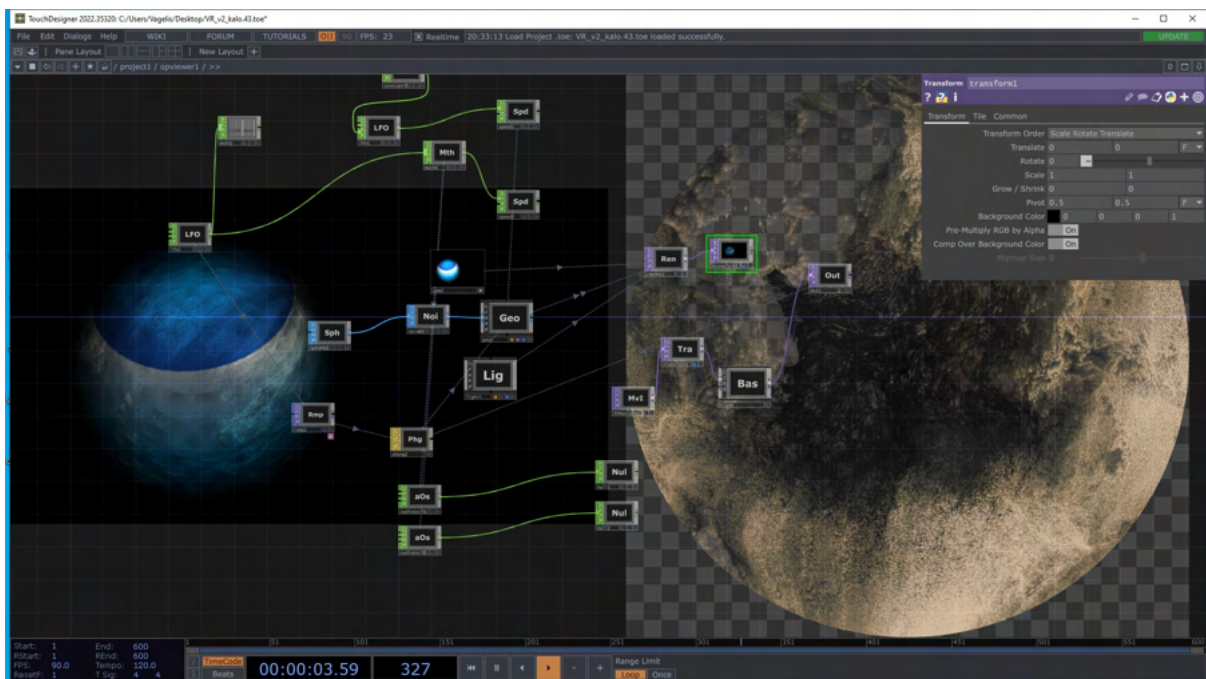


Εικόνα 32. Τρισδιάστατη Αναπαράσταση Σημείων με Τεχνική Instancing στο TouchDesigner

Για το ηχητικό κομμάτι, λειτουργήσαμε αντίστοιχα όπως και με τα προηγούμενα αντικείμενα, όπου το σήμα ενεργοποίησης από τον αισθητήρα (ή το LFO στη συγκεκριμένη περίπτωση) διαμορφώνει την ένταση ενός προηχογραφημένου ηχητικού στοιχείου το οποίο συμβολίζει το αντίστοιχο στοιχείο της φύσης που έχουμε ορίσει.

Εγκεφαλικά κύματα Άλφα

Για την αναπαράσταση των εγκεφαλικών κυμάτων Άλφα επιλέξαμε, όπως προαναφέραμε, το σύμβολο της Σελήνης. Έτσι, δημιουργήσαμε μια απεικόνισή του ουράνιου αυτού σώματος (εικ. 33) χρησιμοποιώντας ως βάση ένα τρισδιάστατο μοντέλο σφαίρας (Sphere SOP) στο οποίο εφαρμόσαμε ως υφή μια δισδιάστατη εικόνα σε μορφή jpg καθώς και έναν χρωματικό δακτύλιο (Ramp TOP), τη λειτουργία του οποίου θα αναλύσουμε στη συνέχεια. Επίσης σε αυτή την περίπτωση, λόγω τεχνικού περιορισμού, για να αντικατασταθεί το βιοσήμα ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος χρησιμοποιήθηκε ένας ταλαντωτής χαμηλών συχνοτήτων σε 12 Hz, τιμή η οποία ανταποκρίνεται στην πραγματική συχνότητα των κυμάτων Άλφα.



Εικόνα 33. Τρισδιάστατο Αντικείμενο Σφαίρας και Διαμόρφωση Υφής (Texture) στο TouchDesigner

Το αυτοματοποιημένο σήμα χαρτογραφήθηκε για να επηρεάζει σε πραγματικό χρόνο το εξωτερικό περίβλημα της υφής της σφαίρας, διαμορφώνοντας την περίοδο και φάση του

χρωματικού δακτυλίου για να κινείται στην αντίστοιχη συχνότητα. Συγχρόνως, χρησιμοποιώντας τεχνικές ηχοποίησης (sonification), το σήμα του LFO χαρτογραφήθηκε και στάλθηκε σε δυο ηχητικούς ταλαντωτές ημιτονοειδούς κύματος διαφορετικών συχνοτήτων, με σκοπό να δημιουργηθεί η ηχητική αναπαράσταση των κυμάτων Άλφα.

Σύστημα Ελέγχου Λειτουργιών (Autonomic Functions Monitor)

Επιθυμώντας να δώσουμε μια ακόμα διάσταση διάδρασης αλλά και να εμπλουτίσουμε συνολικά το έργο μας, δημιουργήσαμε ένα σύστημα ελέγχου και αναγραφής των σημάτων που λαμβάνουμε και αντιστοιχούν στις επιλεγμένες νευρολογικές λειτουργίες. Έτσι, δημιουργήθηκε ένα κέντρο ελέγχου το οποίο κατέχει μόνιμη θέση στο οπτικό μας πεδίο εντός του περιβάλλοντος εικονικής πραγματικότητας και με το οποίο ο χρήστης μπορεί να παρακολουθεί σε πραγματικό χρόνο τις μετρήσεις και τα βιοσήματά του. Όπως παρατηρούμε στην Εικόνα 34, κάθε λειτουργία αντιστοιχεί σε ένα οπτικό σύμβολο (καρδιά, κεφάλι, αέρας, μάτι) τα οποία είναι συνδεδεμένα με το χαρτογραφημένο σήμα των αισθητήρων, επηρεάζοντας την κίνησή τους (animation). Στην περίπτωση του καρδιακού παλμού, αν αυτός ξεπεράσει το όριο (threshold) το οποίο είχαμε αναφέρει, το νούμερο που αντιστοιχεί στη μέτρηση του (BPM) αλλάζει χρώμα από πράσινο και γίνεται κόκκινο, συμβάλλοντας έτσι στη οπτικοποίηση του άγχους και στρες που έχουμε προαναφέρει.

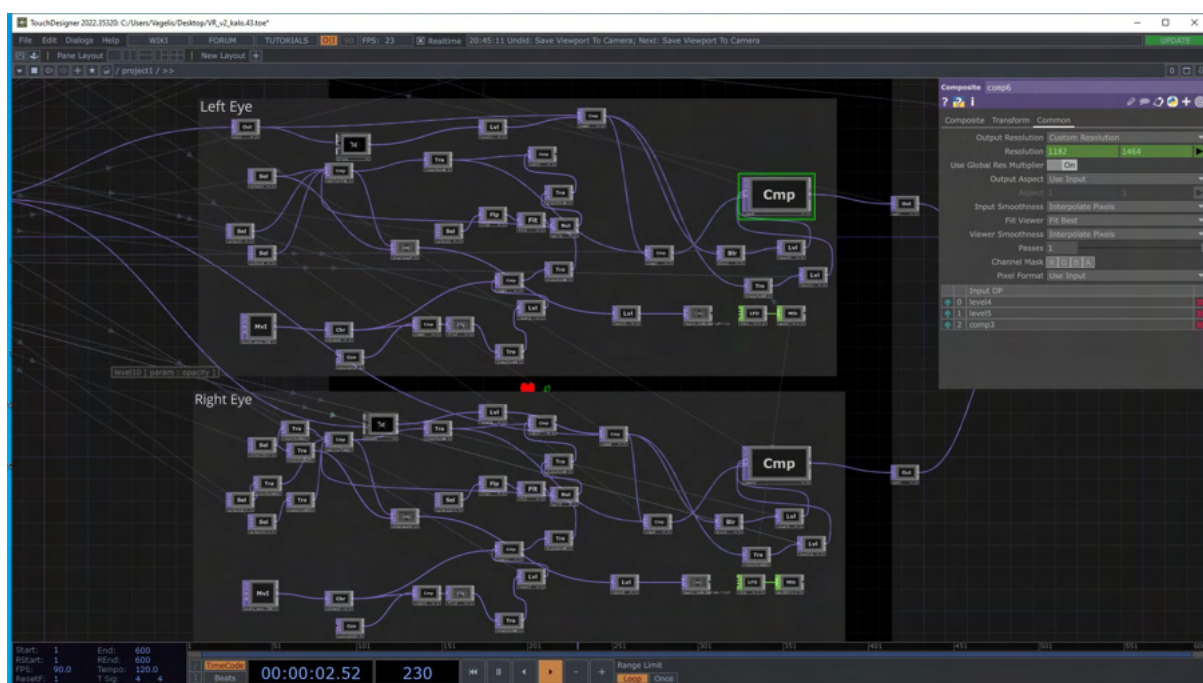
Για την απόδοση (render) του συστήματος ελέγχου, και με στόχο να είναι μόνιμα στο οπτικό μας πεδίο σε συγκεκριμένη θέση, χρειάστηκε να συνθέσουμε (composite) την render έξοδο των τρισδιάστατων αντικειμένων με την τελική δισδιάστατη εικόνα του συστήματος ελέγχου, χρησιμοποιώντας ένα σύστημα δευτερεύουσας επεξεργασίας της εικόνας το οποίο θα αναλύσουμε στη συνέχεια.



Εικόνα 34. Τελική Μορφή Συστήματος Ελέγχου Λειτουργιών

Τελική Επεξεργασία Εικόνας

Τελικό στάδιο για την οπτική μας έξοδο αποτέλεσε ένα σύστημα στο οποίο εντάξαμε το σύνολο των δισδιάστατων οπτικών FX που επιθυμούσαμε. Έτσι, σε σειρά, και μετά τα render του αριστερού και δεξιού ματιού, ακολούθησε μια σειρά από TOP Operators οι οποίοι περιλαμβάνουν τις ρυθμίσεις της τελικής εικόνας όπως φωτεινότητα, κοντράστ κτλ., τα μεμονωμένα οπτικά στοιχεία του συστήματος ελέγχου λειτουργιών καθώς και τα οπτικά FX που ενεργοποιούνται με την άνοδο του καρδιακού ρυθμού (εικ. 35).



Εικόνα 35. Τελική Επεξεργασία Εικόνας στο TouchDesigner

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

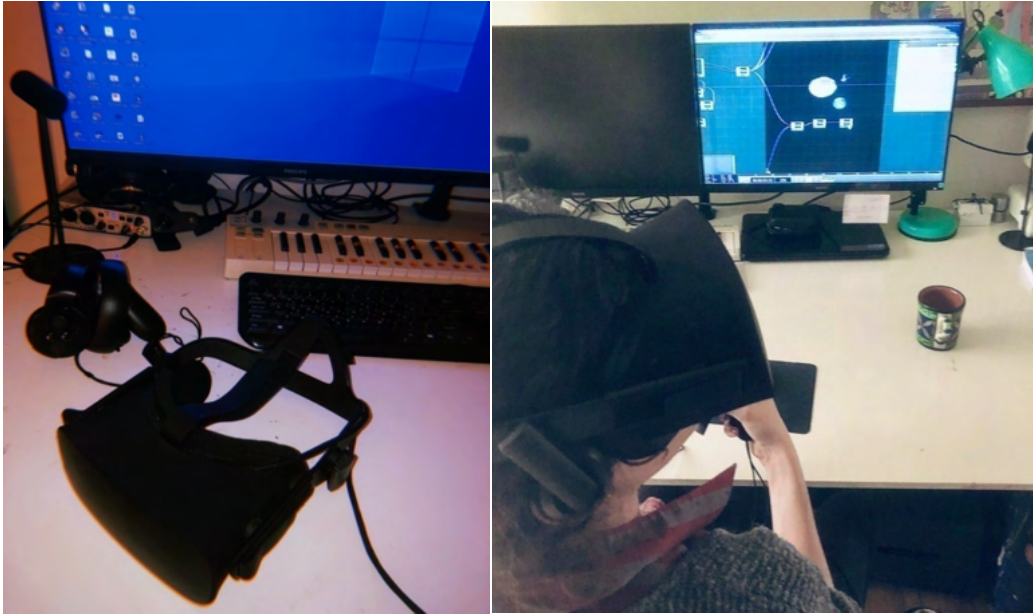
Ο τρόπος με τον οποίο δημιουργήθηκε και υλοποιήθηκε το έργο και εγκατάστασή μας το καθιστά ως ένα δυνητικά αποτελεσματικό εργαλείο έκφρασης και ενίσχυσης της αυτογνωσίας και εξερεύνησης του εαυτού στην ψηφιακή εποχή καθώς συνδυάζει καλλιτεχνικά στοιχεία, τεχνολογική καινοτομία και θετικά ψυχολογικά αποτελέσματα καθώς καθιστά το ανθρώπινο σώμα ως ενεργό συμμετέχων στη δημιουργία διαδραστικής τέχνης.

Σε σύγκριση με την αρχική ερευνητική μας πρόταση παρουσιάστηκε απόκλιση στη μεθοδολογία και συγκεκριμένα στο τεχνικό κομμάτι που αφορά την τελική έξοδο (output) και παρουσίαση του έργου, καθώς επιχειρήσαμε να το αναβαθμίσουμε και εξελίξουμε τεχνολογικά με σκοπό την ενίσχυση των αποτελεσμάτων και στόχων που είχαμε θέσει. Όπως προαναφέραμε, το έργο υλοποιήθηκε τελικά σε περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας για λόγους μεγαλύτερης εμπύθισης και με σκοπό την ενίσχυση της εμπειρίας και αλληλεπίδρασης με τα αυτόματα βιοσήματα των λειτουργιών του νευρικού συστήματος. Η επιλογή αυτή μας στέρησε την καταγραφή του βιοσήματος του αυτόματου ανοιγοκλεισίματος του ματιού, όπως την είχαμε περιγράψει στην αρχική πρόταση μελέτης. Παρόλα αυτά, το έργο προσφέρεται για μελλοντική προσθήκη του συγκεκριμένου αλλά και περισσότερων βιοσημάτων με τρόπους που θα περιγράψουμε στο επόμενο κεφάλαιο.

6.1 Τεχνικά Αποτελέσματα

Ανακεφαλαιώνοντας, δημιουργήσαμε μια οπτικοακουστική διαδραστική εγκατάσταση κατά την οποία ενσωματώσαμε σε πραγματικό χρόνο τα βιοσήματα του χρήστη με σκοπό να χρησιμοποιηθούν ως δημιουργικές εισοδοί για την παραγωγή και επηρεασμό οπτικών και ηχητικών στοιχείων, παρουσιάζοντας ένα ολοκληρωμένο καλλιτεχνικό έργο. Δείξαμε πώς μπορεί να υλοποιηθεί τεχνικά μια τέτοιου τύπου εγκατάσταση, ενσωματώνοντας στοιχεία Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Υπολογιστή (HCI), με τη χρησιμοποίηση αισθητήρων βιοανάδρασης οι οποίοι, μέσω της πλατφόρμας Arduino επικοινωνούν με το λογισμικό στο οποίο στήθηκε και υλοποιήθηκε το οπτικοακουστικό κομμάτι του έργου, διαμορφώνοντας το τελικό αποτέλεσμα σε πραγματικό χρόνο. Συγχρόνως, μέσω του λογισμικού, και για λόγους μεγαλύτερης εμπύθισης του χρήστη στο καλλιτεχνικό έργο και τις αυτόνομες λειτουργίες του νευρικού του συστήματος, υλοποιήσαμε το έργο σε περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας χρησιμοποιώντας ειδικά γυαλιά εικονικής πραγματικότητας, τοποθετώντας τον χρήστη σε ένα περιβάλλον τρισδιάστατων γραφικών και χωρικού ήχου, όπου μπορεί να πλοηγηθεί και να

βιώσει μια διαδραστική εμπειρία. Το τεχνικό επίτευγμα υλοποίησης του έργου σε περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας παρουσιάζει έναν νέο και καινοτόμο τρόπο προσέγγισης των καλλιτεχνικών διαδραστικών εγκαταστάσεων βασισμένων στα βιοσήματα προσφέροντας μεγαλύτερα ποσοστά εμπύθισης και ιδιαίτερες δυνατότητες καλλιτεχνικής έκφρασης. Στην Εικόνα 36 βλέπουμε την τελική μορφή του εξοπλισμού του έργου κατά τη χρήση ενώ στο Παράρτημα Β παραθέτουμε οπτικοακουστικά τεκμήρια που έχουν εξαχθεί μέσω των γυαλιών εικονικής πραγματικότητας κατά την πλοήγηση στο έργο.



Εικόνα 36. Το Τελικό Έργο Κατά τη Χρήση

6.2 Θεωρητικά και Καλλιτεχνικά Αποτελέσματα

Η δημιουργία της συγκεκριμένης εγκατάστασης συνέβαλε αποτελεσματικά στην εξερεύνηση και απάντηση των ερευνητικών μας ερωτημάτων, επιτυγχάνοντας τους αρχικούς στόχους που είχαμε θέσει για τη μελέτη μας. Διερευνήσαμε επιτυχώς τους τρόπους με τους οποίους μπορούν να ενσωματωθούν τα βιοσήματα σε διαδραστικές οπτικοακουστικές εγκαταστάσεις, αναδεικνύοντας συγχρόνως το ρόλο και τις δυνατότητες της ανθρώπινης φυσιολογίας να διαμορφώσει την καλλιτεχνική έκφραση στο ψηφιακό πεδίο. Συγχρόνως, παρουσιάσαμε νέους τρόπους εξερεύνησης της καλλιτεχνικής έκφρασης στην ψηφιακή τέχνη, εξελίσσοντας τα επίπεδα διάδρασης και εισάγοντας τα αυτόματα βιοσήματα του χρήστη ως μέσο αυτο-έκφρασης.

Εντάσσοντας τα βιοσήματα του αυτόνομου νευρικού συστήματος στο έργο μας, παρουσιάσαμε ένα νέο τρόπο επεξεργασίας δεδομένων σε πραγματικό χρόνο τα οποία, ενταγμένα στο πλαίσιο της διαδραστικής εγκατάστασης, συμβάλλουν στη δημιουργία μιας ευεργετικής εμπειρίας ενδυνάμωσης του εαυτού καθώς ο χρήστης παρακολουθεί την εξέλιξη ενός έργου το οποίο λειτουργεί και διαμορφώνεται αποκλειστικά από το σώμα του. Καθώς οι λειτουργίες αυτές είναι αυτόματες και εκτελούνται ακούσια, ο χρήστης χτίζει μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση και εμπιστοσύνη στο σώμα του ενώ συγχρόνως παρακολουθώντας και βιώνοντας την αναπαράσταση των λειτουργιών του στο τρισδιάστατο χώρο, ωθείται σε μια βαθύτερη κατανόηση και σύνδεση με τον εαυτό του σε συνδυασμό με την τεχνολογία. Η εμπειρία αυτή, εμπλουτιζόμενη από τη συμβολική αναπαράσταση των λειτουργιών με στοιχεία της φύσης, ενισχύει τα παραπάνω ευεργετικά αποτελέσματα καθώς θέτει τον χρήστη σε αντικατοπτρισμό με αυτή, παρουσιάζοντας μια βαθύτερη σύνδεσή του ανθρώπου με το περιβάλλον και τη δύναμη της φύσης.

Το σύνολο της εμπειρίας συμβάλει συγχρόνως στην κατανόηση της έννοιας του «Τεχνολογικού Εαυτού» καθώς δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να στοχαστεί τη θέση του και ταυτότητα εν μέσω μιας τεχνολογικά ραγδαίας αναπτυσσόμενης κοινωνίας και να αναδιαμορφώσει την κατανόησή του σχετικά με την επιρροή αυτής, παρέχοντας ευεργετικά ψυχολογικά αποτελέσματα και βαθύτερη αντίληψη του εξελισσόμενου εαυτού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

7.1 Τεχνική Αναβάθμιση & Εξέλιξη

Όπως προαναφέραμε κατά την υλοποίηση και ανάπτυξη του τεχνικού κομματιού του έργου, υπήρξαν υλικοτεχνικοί περιορισμοί οι οποίοι συνέβαλαν στη μείωση του ποσοστού διάδρασης στο καλλιτεχνικό αποτέλεσμα. Παρόλα αυτά, ο τρόπος με τον οποίο έχει υλοποιηθεί το έργο στο περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού TouchDesigner, δίνει τη δυνατότητα για μελλοντική αναβάθμιση του έργου και σύνδεσής του με περισσότερα εξωτερικά βιοσήματα. Συγκεκριμένα, τα αυτοματοποιημένα σήματα που δημιουργήσαμε για να υποκαταστήσουν τα βιοσήματα των εγκεφαλικών κυμάτων Άλφα και του αυτόματου

ανοιγοκλεισίματος των ματιών, μπορούν να αντικατασταθούν με βιοσήματα που καταγράφονται μέσω ειδικών αισθητήρων.

Η καταγραφή εγκεφαλικών κυμάτων Άλφα σε πραγματικό χρόνο μπορεί να επιτευχθεί με την προσθήκη ενός αισθητήρα ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος (EEG) και τη σύνδεσή του με την κεντρική υπολογιστική πλατφόρμα διασύνδεσης (Arduino). Για παράδειγμα, η εξωτερική πλακέτα Heart & Brain SpikerShield παρέχει τη δυνατότητα καταγραφής των συγκεκριμένων εγκεφαλικών κυμάτων εξασφαλίζοντας συγχρόνως τη δυνατότητα διασύνδεσης και επικοινωνίας με την πλακέτα Arduino. Παρόμοιοι τύποι αισθητήρων μπορούν να κατασκευαστούν με αυτοσχέδιους τρόπους και σχεδιαγράμματα που υπάρχουν στο διαδίκτυο ή και να αγοραστούν ως έτοιμα προϊόντα, όπως π.χ. το Mindwave Mobile 2 ή το MindFlex της NeuroSky ή μια σειρά EEG Headsets της εταιρείας OpenBCI.

Για την καταγραφή του αυτόματου ανοιγοκλεισίματος του ματιού, κατά την πρώτη φάση σχεδιασμού του έργου μας, και πριν αποφασιστεί η υλοποίησή του σε περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας, είχαμε δημιουργήσει κώδικα python σε συνδυασμό με τη βιβλιοθήκη OpenCV, όπου με τη χρήση web camera μπορούσε να καταγραφεί η κίνηση αυτή ενεργοποιώντας ένα σήμα (από 0 σε 1) κάθε φορά που ο χρήστης έκλεινε το μάτι του. Στη συνέχεια όμως, και αφού αποφασίστηκε η μετάβαση σε περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας και η χρήση των ειδικών γυαλιών, δεν ήταν δυνατό να χρησιμοποιηθεί αυτή η τεχνική. Ο περιορισμός αυτός είναι δυνατό να ξεπεραστεί, κατά τη μελλοντική ανάπτυξη του έργου, με τη χρήση πιο τεχνολογικά εξελιγμένων γυαλιών εικονικής πραγματικότητας τα οποία διαθέτουν εσωτερικές κάμερες οι οποίες καταγράφουν την κίνηση των ματιών του χρήστη. Επεξεργαζόμενοι τις πληροφορίες που εξάγουν τέτοιου είδους γυαλιά, μπορούμε με τη βοήθεια προγραμματισμού λογικής και άλλων τεχνικών να λάβουμε σε πραγματικό χρόνο την πληροφορία ότι το μάτι ανοιγοκλείνει και στη συνέχεια να ενώσουμε αυτό το σήμα με το ήδη υλοποιημένο μας σύστημα. Παραδείγματα γυαλιών εικονικής πραγματικότητας τα οποία διαθέτουν τη συγκεκριμένη τεχνολογία αποτελούν τα VR glasses Apple Vision Pro, HTC Vive PRO Eye (with add on) και FOVE. Για την προσθήκη των παραπάνω στοιχείων υλικού εξοπλισμού απαιτείται επανασχεδιασμός της πλακέτας Arduino καθώς και εμπλουτισμός και διαμόρφωση του αντίστοιχου κώδικα.

Μια ακόμη τεχνική αναβάθμιση του έργου μας μπορεί να επιτευχθεί με την αντικατάσταση των επιλεγμένων αισθητήρων που χρησιμοποιήσαμε με αντίστοιχους, καλύτερης ποιότητας, οι οποίοι προσφέρουν ακριβέστερη καταγραφή των σημάτων, οδηγώντας σε

αποτελεσματικότερη μεταφορά των βιοσημάτων στο TouchDesigner και κατ' επέκταση σε πιο ομαλό και επιτυχημένο οπτικοακουστικό αποτέλεσμα που αντικατοπτρίζει πιο ρεαλιστικά τις λειτουργίες του νευρικού συστήματος.

Επιπροσθέτως, με την μελλοντική προσθήκη επιπλέον αισθητήρων για την καταγραφή περισσότερων παραμέτρων και λειτουργιών του αυτόνομου νευρικού συστήματος, δύναται να δημιουργηθούν νέες μεταβλητές οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν για να εξελίσσουν περαιτέρω το έργο τεχνικά, διαδραστικά και καλλιτεχνικά. Για παράδειγμα, βάσει των τιμών του καρδιακού ρυθμού, μπορεί να υπολογιστεί μέσω κώδικα μια ακόμα μεταβλητή η οποία υπολογίζει την μεταβλητότητα στο χρόνο μεταξύ δύο συνεχόμενων χτύπων. Η μεταβλητή αυτή ονομάζεται Heart Rate Variability (HRV) και αποτελεί έναν επιστημονικό δείκτη, οι τιμές του οποίου συνδέονται και μπορούν να υποδείξουν προβλήματα υγείας σχετιζόμενα με την καρδιά ή και ψυχολογικές ενδείξεις που συνδέονται με το άγχος και στρες. Εντάσσοντας παρόμοιες μεταβλητές στο έργο μας, μπορούμε να εμπλουτίσουμε συγχρόνως και το καλλιτεχνικό κομμάτι, εισάγοντας νέα διαδραστικά τρισδιάστατα αντικείμενα ή λειτουργίες που μπορούν να χαρτογραφηθούν και αντιστοιχιστούν συμβολικά με τη διαμόρφωση νέων οπτικών και ηχητικών στοιχείων. Έτσι θα δημιουργηθούν μεγαλύτερα επίπεδα διάδρασης αλλά και ένα πιο πλούσιο οπτικοακουστικό αποτέλεσμα, οδηγώντας σε μια συνολική εμπειρία βιώματος του νευρικού συστήματος αποδομένη καλλιτεχνικά.

Παράδειγμα τεχνολογικής αναβάθμισης του έργου και επέκτασης του είδους και αριθμού των αισθητήρων αποτελούν τα ειδικά σχεδιασμένα VR glasses GALEA της OpenBCI τα οποία παρέχουν, εκτός από εμπειρία εικονικής πραγματικότητας, ένα μεγάλο αριθμό αισθητήρων ενσωματωμένων στο head set για την καταγραφή καρδιακού παλμού, εγκεφαλικών κυμάτων, ματιών, υγρασία δέρματος, μυών, θερμοκρασίας. Παράλληλα, η ενσωμάτωση της συγκεκριμένης τεχνολογίας θα προσέφερε σημαντικότερη αναβάθμιση της θεωρητικής μελέτης και καλλιτεχνικού έργου καθώς και μεγαλύτερη ευελιξία και άνεση κίνησης κατά τη συμμετοχή του χρήστη στην εγκατάσταση, καθώς όλοι οι αισθητήρες βρίσκονται ενσωματωμένοι στα γυαλιά (head set).

Τέλος, για μεγαλύτερη ευελιξία κίνησης του χρήστη αλλά και πιο ολοκληρωμένη παρουσίαση του έργου, δίνεται η δυνατότητα να αντικατασταθεί η σειριακή σύνδεση της πλακέτας Arduino με τον υπολογιστή (καλώδιο USB), με εξαρτήματα ασύρματης μεταφοράς του σήματος μέσω Bluetooth ή WI-FI, δυνατότητες που προσφέρει το Arduino με την προσθήκη αντίστοιχων υλικών εξαρτημάτων (add-on components).

7.2 Εξέλιξη Μελέτης και Έρευνα

Αποτέλεσμα των παραπάνω θα είναι η αναβάθμιση του καλλιτεχνικού μας έργου, ενισχύοντας το επίπεδο διάδρασης μέσω των σημάτων βιοανάδρασης. Συγχρόνως, θα εξελιχθεί η αρχική σύλληψη και ιδέα του έργου, εμπλουτίζοντας την εμπειρία εμπύθισης με σκοπό να επιτευχθούν οι απώτεροι θεωρητικοί, ψυχολογικοί και καλλιτεχνικοί στόχοι. Όπως έχουμε προαναφέρει, οι βασικοί στόχοι του έργου μας συνδέονται με την προώθηση ψυχολογικών πλεονεκτημάτων, αυτογνωσία, ενδυνάμωση και επανασύνδεση με τον εαυτό, ενίσχυση της αυτοπεποίθησης κτλ.. Το γεγονός αυτό προσφέρει μελλοντικές δυνατότητες εξέλιξης και κατεύθυνσης της μελέτης καθώς δύναται να εξελιχθεί σε ερευνητικό πείραμα όπου δείγμα χρηστών βιώνει τη συγκεκριμένη εμπειρία εικονικής πραγματικότητας και στη συνέχεια, βάσει ειδικών ερωτηματολογίων και αντίστοιχης μελέτης, προσμετρούνται τα ποσοστά επίτευξης των στόχων, βαθμολογείται το ποσοστό εμπύθισης αλλά και το τελικό ψυχολογικό πρόσημο της εμπειρίας ως σύνολο, από τους ίδιους τους χρήστες. Απόρροια των παραπάνω θα είναι η εξαγωγή επιστημονικά τεκμηριωμένων συμπερασμάτων βάσει της παρατήρησης και συμμετοχής των ίδιων των χρηστών, γεγονός που θα εμπλουτίσει σημαντικά την ήδη υπάρχουσα γνώση αναφορικά με το συγκεκριμένο τομέα που εντάσσεται το έργο και μελέτη μας.

Στο σημείο αυτό να προσθέσουμε ότι τα ειδικά VR Glasses GALEA που προαναφέραμε, προσφέρουν επίσης, μέσω των αισθητήρων, δυνατότητες καταγραφής νευροεγκεφαλικών λειτουργιών που συνδέονται με εσωτερικές καταστάσεις του εγκεφάλου (internal states of mind), παρέχοντας έτσι περαιτέρω δυνατότητες μέτρησης της εμπειρίας του χρήστη (user experience) κατά τη διάρκεια αλληλεπίδρασης με το έργο.

Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας θα συμβάλουν στην ήδη υπάρχουσα βιβλιογραφία και καλλιτεχνική μελέτη, εμβαθύνοντας στο τρόπο με τον οποίο η χρήση παρόμοιων τεχνολογιών σε συνδυασμό με καλλιτεχνικά έργα, δύναται να ωθήσει τον άνθρωπο σε εμπειρίες βαθύτερης κατανόησης του εαυτού του προσφέροντας συγχρόνως θετικά ευεργετικά κοινωνικά και ψυχολογικά αποτελέσματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

- Hansen, Mark B. N. 2006. *Bodies in Code: Interfaces with Digital Media*. New York: Routledge.
- Kac, Eduardo. *Time Capsule*. 1997. Accessed January 26, 2025. <https://www.ekac.org/timec.html>.
- . 2006. *Signs of Life: Bio Art and Beyond*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Karle, Amy. 2011. *Biofeedback*. <https://www.amykarle.com/project/biofeedback/>
- . 2015. *Brainsongs*. <https://www.amykarle.com/project/brainsongs/>
- Lanier, Jaron. 2017. *Dawn of the New Everything: Encounters with Reality and Virtual Reality*. New York: Henry Holt and Co.
- Lim, Mark. 2023. "Make a Breathing Visualizer With an Arduino Stretch Sensor and P5.js." *Instructables*. <https://www.instructables.com/Make-a-Breathing-Visualizer-With-an-Arduino-Stretc/>.
- Lozano-Hemmer, Rafael. 2006. *Pulse Room*. https://www.lozano-hemmer.com/pulse_room.php
- . 2011. *Pulse Topology*. https://www.lozano-hemmer.com/pulse_topology.php
- Luppicini, Rocci. 2012. *Handbook of Research on Technoself: Identity in a Technological Society (2 Volumes)*. Hershey, PA: IGI Global.
- . 2013. *The Emerging Field of Technoself Studies (TSS)*. Hershey, PA: IGI Global.
- Pelz, Josef. 2001. "Constraint Simulation Tool (TouchDesigner)." <https://derivative.ca/community-post/asset/constraint-simulation-tool/65109>.
- Sherry, Turkle. 1984. *The Second Self*. MA: MIT Press.
- Won, Andrea Stevenson, Jeremy Bailenson, Jimmy Lee, and Jaron Lanier. 2015. "Homuncular Flexibility in Virtual Reality." *Journal of Computer-Mediated Communication* 20 (3): 241–259. <https://doi.org/10.1111/jcc4.12107>.

Παραπομπές Παιγνιδιών και Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας

Deep Technologies. 2022. *Deep*. Accessed January 26, 2025. <https://www.exploreddeep.com/>.

Flying Mollusk. 2016. *Nevermind*. Accessed January 26, 2025. <https://nevermindgame.com/>.

Infinity Speaks. 2021. *Flowborne*. Accessed January 26, 2025. <https://flowborne.com/>.

Yu Lun Hsu, Chien-Ting Lu, Li-Chun Lu, Chih-Heng Tam, Yu-Chieh Sun, and Ting-Kang Wang. 2024. *AnimalSense: Understanding Beyond-human Sensory Capabilities of Animals via VR Games VR*. Accessed January 26, 2025. <https://programs.sigchi.org/chi/2024/program/content/150725> .

Λίστα Παραπομπών Τεχνικού Εξοπλισμού

Apple. *Vision Pro – VR Glasses*. Accessed January 26, 2025. <https://www.apple.com/apple-vision-pro/>.

FOVE. *VR Glasses*. Accessed January 26, 2025. <https://wearables.com/products/fove-vr-headset>.

HTC. *Vive PRO Eye – VR Glasses*. Accessed January 26, 2025. <https://www.vive.com/sea/product/vive-pro-eye/overview/>.

Last Minute Engineers. "Monitor the Heart Rate using Pulse Sensor and Arduino." accessed 26 January 2025. <https://lastminuteengineers.com/pulsesensor-arduino-tutorial/>.

NeuroSky. *MindFlex*. Accessed January 26, 2025. <https://store.neurosky.com/products/mindflex>.

NeuroSky. *Mindwave Mobile 2*. Accessed January 26, 2025. <https://store.neurosky.com/pages/mindwave>.

Oculus Rift CV1. *VR Glasses*. Accessed January 26, 2025. https://en.wikipedia.org/wiki/Oculus_Rift_CV1.

OpenBCI. *GALEA – VR Glasses*. Accessed January 26, 2025. <https://www.media.mit.edu/posts/galea/>.

Pulse Sensor. World Famous Electronics LLC. Accessed January 26, 2025. <https://pulsesensor.com>.

SpikerShield, Heart & Brain. Accessed January 26, 2025. <https://backyardbrains.com/products/heartandbrainspikershieldbundle>.

Λίστα Παραπομπών Εικόνων

AnimalSense. Accessed January 26, 2025.

<https://programs.sigchi.org/chi/2024/program/content/150725>.

Deep. Accessed January 26, 2025. <https://www.exploreddeep.com/#deepquest>.

Flowborne. Accessed January 26, 2025. <https://flowborne.com/>.

Karle, Amy. 2011. "Biofeedback." Accessed January 26, 2025.

<https://www.amykarle.com/project/biofeedback/>.

Last Minute Engineers. "Monitor the Heart Rate Using Pulse Sensor and Arduino." Accessed January 26, 2025. <https://lastminuteengineers.com/pulse-sensor-arduino-tutorial/>.

Lim, Mark. 2023. "Make a Breathing Visualizer With an Arduino Stretch Sensor and P5.js." *Instructables*. Accessed January 26, 2025. <https://www.instructables.com/Make-a-Breathing-Visualizer-With-an-Arduino-Stretc/>.

Lozano-Hemmer, Rafael. 2006. *Pulse Room*. Accessed January 26, 2025.

https://www.lozano-hemmer.com/pulse_room.php.

—. 2011. *Pulse Topology*. Accessed January 26, 2025. https://www.lozano-hemmer.com/pulse_topology.php.

Canva. n.d. *Φωτογραφία Αρχείου – Ριζικό Σύστημα*. Accessed January 27, 2025.

<https://www.canva.com>.

—.n.d. *Φωτογραφία Αρχείου – Σύννεφα/Αέρας*. Accessed January 27, 2025.

<https://www.canva.com>.

—. n.d. *Φωτογραφία Αρχείου – Υγρό Στοιχείο*. Accessed January 27, 2025.

<https://www.canva.com>.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΚΩΔΙΚΑΣ ARDUINO

```
// Pulse Sensor Constants
const int pulsePin = A0; // Pulse Sensor connected to A0
const int pulseThreshold = 334; // Threshold for detecting heartbeat

// Flex Sensor Constants
const int flexPin = A1; // Flex Sensor connected to A1

// Variables for Heart Rate
int pulseSignalValue = 0; // Value from Pulse Sensor
bool pulseDetected = false; // Track if a beat is detected
unsigned long lastBeatTime = 0; // Time of the last detected beat
int heartRate = 0; // Calculated heart rate (BPM)

// Dynamic Range Tracking for Flex Sensor
int minFlex = 1023; // highest possible value
int maxFlex = 0; // lowest possible value

void setup() {
  // Initialize Serial Communication
  Serial.begin(9600);

  // Set pin modes
  pinMode(pulsePin, INPUT);
  pinMode(flexPin, INPUT);
}

void loop() {
  // --- Heart Rate Detection ---
  pulseSignalValue = analogRead(pulsePin);

  // Detect heartbeat
  if (pulseSignalValue > pulseThreshold && !pulseDetected) {
    pulseDetected = true; // Mark pulse detected
    unsigned long currentTime = millis();

    if (lastBeatTime > 0) {
      unsigned long timeBetweenBeats = currentTime - lastBeatTime;
      heartRate = 60000 / timeBetweenBeats; // Calculate BPM
    }

    lastBeatTime = currentTime; // Update last beat time
  }

  // Reset pulse detection when signal drops below the threshold
  if (pulseSignalValue < pulseThreshold) {
    pulseDetected = false;
  }

  // --- Flex Sensor Processing for Breathing ---
```

```

int flexValue = analogRead(flexPin);

// Update dynamic min and max for normalization
if (flexValue < minFlex) minFlex = flexValue;
if (flexValue > maxFlex) maxFlex = flexValue;

// Normalize flexValue to a range of 0 to 1
float normalizedFlex = 0.0;
if (maxFlex != minFlex) {
    normalizedFlex = (float)(flexValue - minFlex) / (maxFlex - minFlex);
}

// --- Print Data ---
Serial.print(" | Normalized Flex: ");
Serial.print(normalizedFlex, 3); // Print normalized to 3 decimal places
Serial.print(" BPM | Heart Rate: ");
Serial.print(heartRate);
Serial.print(" BPM | Pulse: ");
Serial.println(pulseDetected ? "1" : "0");

// Small delay for stabilization
delay(350);
}

```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΟΠΤΙΚΟΑΚΟΥΣΤΙΚΑ ΤΕΚΜΗΡΙΑ (DOCUMENTATION)

- Σύνδεσμοι παρακολούθησης δείγματος οπτικοακουστικού αποτελέσματος, βιντεοσκοπημένο μέσα από τα γυαλιά εικονικής πραγματικότητας:

<https://youtu.be/u3flmZhrlzQ>

<https://youtu.be/s3ezE8Ykzg8>

- Σύνδεσμος παρακολούθησης προωθητικού υλικού/παρουσίασης του τελικού έργου:
https://youtu.be/_dzhVb4BPX4?si=gslGe7XrNQuttf5m

Ακολουθούν φωτογραφικά στιγμιότυπα (screenshots) τα οποία λήφθηκαν μέσω των γυαλιών εικονικής πραγματικότητας κατά την πλοήγηση στο εικονικό περιβάλλον:

