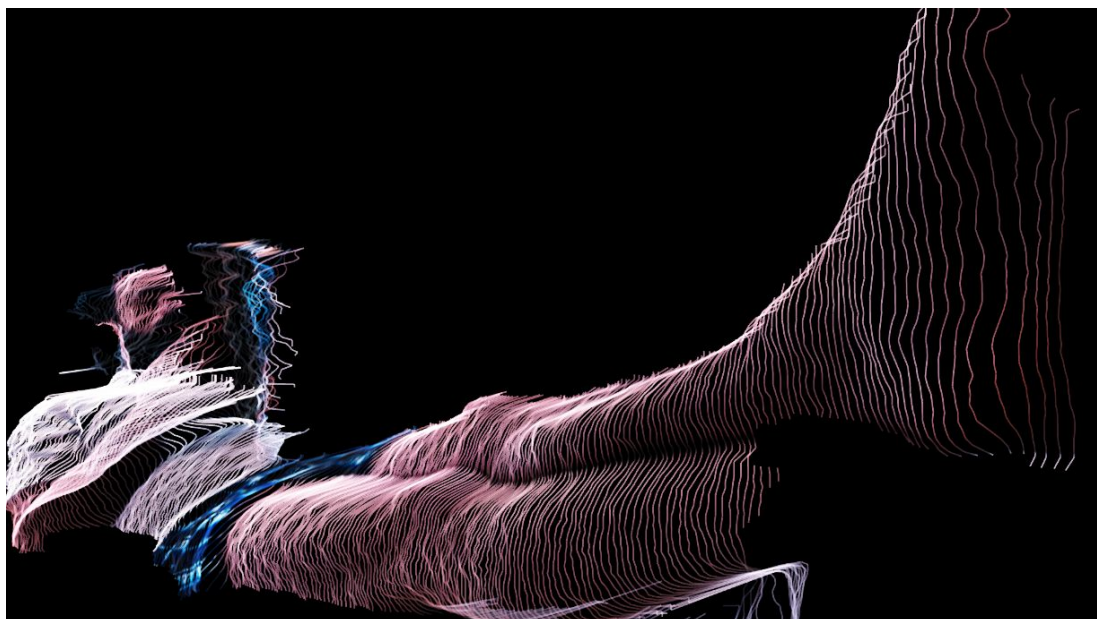


ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΩΝ ΗΧΟΥ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΑΣ

Μεταπτυχιακή Εργασία

Memory Cinema



Βασίλειος Μπούκης

ADA2016021

Επιβλέπων: Φλώρος Άγγελος

Κέρκυρα 2018

ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΩΝ ΗΧΟΥ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΑΣ

Μεταπτυχιακή Εργασία

Memory Cinema

Βασίλειος Μπούκης

ADA2016021

Επιβλέπων

Φλώρος Άγγελος

Κέρκυρα 2018

Abstract

Το memory cinema είναι μια διαδραστική εγκατάσταση μικτής πραγματικότητας. Έχει ως ερευνητικό αντικείμενο ένα νέο τύπο κινηματογραφικής και μουσικής αφήγησης αφαιρώντας ή επαυξάνοντας τα παραδοσιακά εργαλεία του κινηματογράφου για να τα ενσωματώσει με το περιβάλλον της χωρικής διαδραστικής εγκατάστασης.

Μέσα στο περιβάλλον εμπύθισης της εικονικής πραγματικότητας, η φωτογραφία γίνεται σκηνογραφία, οι ηθοποιοί μετατρέπονται σε τρισδιάστατες γεωμετρίες και ο πεζός λόγος μετατρέπεται σε μελωδία. Το μοντάζ αφήνεται στην ασυνείδητη θέληση του θεατή ανιχνεύοντας την ριπή οφθαλμού και η εξέλιξη της ιστορίας δημιουργείται δυναμικά (generative).

Η μουσική και ο ήχος είναι τα εργαλεία για να περιγραφεί το συναίσθημα και η ατμόσφαιρα της αφήγησης. Επιχειρείται η εδραίωση ενός πρωτότυπου πλαισίου καλλιτεχνικής δημιουργίας που διατηρεί μια διαφάνεια ως προς τη μεθοδολογία, ώστε ο χρήστης να εξερευνήσει την αισθητική και την ποιότητα του ψηφιακού θορύβου και τον τρόπο που αυτός προσπαθεί να ερμηνεύσει το φυσικό μας κόσμο.

Περίληψη

Στο πρώτο κεφάλαιο θα εξεταστεί το γνωστικό πεδίο και ο ευρύτερος καλλιτεχνικός και τεχνικός χώρος, που κινείται η εργασία. Επίσης, θα γίνει μια αναφορά στην ιστορία των χρησιμοποιούμενων από την εργασία τεχνικών και πως επιστρατεύονται για δημιουργία περιεχομένου.

Στο κύριο μέρος θα αναλυθεί αρχικά το θεωρητικό πλαίσιο σχετικά με τη λειτουργία της ανάμνησης και κάποιες πρόσθετες θεωρητικές έννοιες που απασχολούν το παρόν έργο. Παρακάτω θα εξεταστεί η μεθοδολογία του έργου, με έμφαση στην παραγωγή υλικών για το τρισδιάστατο περιβάλλον της εικονικής πραγματικότητας. Θα εξηγηθεί το προγραμματιστικό περιβάλλον που συνδέει όλα τα επιμέρους υλικά σε ένα ενιαίο πλαίσιο.

Θα εξεταστεί η εργασία όσον αφορά το εικαστικό της περιεχόμενο και θα αναλυθούν συνοπτικά οι πιο σημαντικές σκηνές από το έργο. Τελειώνοντας θα γίνει εκτίμηση του συνόλου του έργου, καθώς και παράθεση γνώσεων και ικανοτήτων που αποκτήθηκαν κατά τη διάρκεια της ενασχόλησης με αυτό.

Πινακας περιεχομένων

Memory Cinema	0
Abstract	1
Περίληψη	2
Εισαγωγή	4
1 Πεδίο Έρευνας	4
2 Στόχος της εργασίας	6
3 Μεθοδολογία και Μέσα	7
3.2 Ογκομετρική Κινηματογράφηση (Volumetric Filming)	9
3.3 3d Sound	11
3.4 Zone of Immersion	14
3.4.1 Vr και AR	15
3.4.2 Augmented reality	16
3.5 Το περιβάλλον γραφικού προγραμματισμού VVVV	17
Κύριο Μέρος (Ανάπτυξη)	20
1 Θεωρητικό μέρος	20
1.1 Ριπή οφθαλμού - Blink	20
1.2 Φόρμα πάνω από τη λεπτομέρεια	23
1.3 Ο θόρυβος	26
1.4 φωτογραφία	27
1.5 Επιρροές από άλλα καλλιτεχνικά έργα	28
1.5.1 This is your brain on music	28

1.5.2 Victoria	30
1.5.3 Clouds	31
2 Μεθοδολογία	32
Δεδομένα εισόδου	32
2.1 Οι χαρακτήρες	34
2.1.1 Kinect και κάμερα	36
2.1.2 Ο φωτισμός	37
2.1.3 Εισαγωγή δεδομένων στο VVVV	37
2 Τρισδιάστατα περιβάλλοντα	39
3. Cubemap (360° περιεχόμενο)	42
4. Κινούμενα Cubemaps	45
5. Ηχητικά περιβάλλοντα	46
6 Το κράνος	49
6.1.1 Headtracking	53
7 State Automata	53
8 Blink tracking	54
Εικαστική Προσέγγιση	55
Οι σκηνές	56
Συμπεράσματα	58
Προτάσεις για επιπλέον ανάπτυξη	60
Παράρτημα/ Σημειώσεις	61

Εισαγωγή

1 Πεδίο Έρευνας

Η εργασία στο μεγαλύτερο της μέρος έχει καταπιαστεί με την έρευνα γύρω από περιβάλλοντα "εμβύθισης" (immersive environments)¹. Έχοντας ως αφετηρία - έναυσμα τον ήχο, τη μουσική και τη χρήση τεχνικών ηχητικής χώρο-τοποθέτησης (spatialisation) ως εκφραστικού καλλιτεχνικού μέσου, επεκτείνεται στις εναλλακτικές μορφές πραγματικότητας καθώς αυτές συνεχώς ανακαλύπτονται από τη στιγμή της εμπορικής έκρηξης του μέσου. Παράδειγμα αποτελεί η εικονική (virtual), η επαυξημένη (augmented), η μικτή (mixed) πραγματικότητα και ακόμα και η εικονικά επαυξημένη (virtually augmented) πραγματικότητα. Στη παρούσα εργασία γίνεται προσπάθεια να αναμειχθούν όλων των ειδών οι πραγματικότητες με μια άλλη: την "πραγματική πραγματικότητα". Συνδυάζονται στοιχεία από την διαδραστική τέχνη, τις χωρικές εγκαταστάσεις και τον κινηματογράφο.

Το προϊόν του έργου εικαστικά αποτελεί μια αφαιρετική περιήγηση στις αναμνήσεις ενός ανθρώπου. Μελετώντας τον τομέα της νευροβιολογίας που περιγράφει τη λειτουργία του εγκεφάλου όσον αφορά τη μουσική και τα επιμέρους χαρακτηριστικά της, επιχειρείται να ερμηνευθεί το συναισθηματικό και λειτουργικό πλαίσιο της εγκεφαλικής διαδικασίας της αναμνήσης.

Το θέμα της παρούσας εργασίας δύναται να κατηγοριοποιηθεί ή ενταχθεί στο χώρο του VR cinema. Με το μέσο όμως να βρίσκεται στα πρώτα βήματα της γέννησης του, οι κανόνες που το διέπουν δεν είναι ακόμα θεσμοθετημένοι, συνεπώς και οι δημιουργοί θεσπίζουν δικά τους πρότυπα για το έργο τους. Με την ίδια λογική και σε αυτήν την εργασία θα τεθούν κάποια πρότυπα με βάση τα οποία θα μπορέσει να δημιουργηθεί περιεχόμενο και αφήγηση.

¹ Το Περιβάλλον εμβύθισης(Immersive Environment) είναι μία τεχνητή, διαδραστική και δημιουργημένη σε Η/Υ σκηνή ή "κόσμος" μέσα στον οποίο ο χρήστης μπορεί να "βυθιστεί". Μπορεί να αποτελεί ένα μοντέλο πραγματικότητας ή και μία ολοκληρωμένη διαπαφή χρήστη, εφόσον ο χρήστης του περιβάλλοντος είναι βυθισμένος μέσα του. Joseph Nechvatil, *Immersive Ideals/ Critical Distances*. (LAP Lamber Academic Publishing. 2009), p. 48-60

Εφαρμόζοντας τη λογική ότι το “μέσο είναι το μήνυμα” (medium is the message), η κατεύθυνση που επιλέχθηκε για να τεθούν αυτοί οι κανόνες δημιουργίας τεχνολογίας-μέσων αλλά και περιεχομένου, καθοδηγείται από την ιστορία που πρόκειται να ειπωθεί ή να εξελιχθεί. Κάποια στοιχεία διαφοράς με τον κλασσικό κινηματογράφο είναι εμφανή: α) δυναμική (generative) εξέλιξη στο χρόνο (timeline), β) διαδραστικότητα με το θεατή και γ) εκμετάλλευση του φυσικού χώρου.

Μεγάλο μέρος της καλλιτεχνικής επεξεργασίας και δημιουργίας περιεχομένου γίνεται με χρήση "παραδοσιακών" τεχνικών του κινηματογράφου: φωτογραφία, δραματουργική επεξεργασία, κινηματογράφιση, ηχογράφιση. Περιβάλλοντα, χαρακτήρες και ήχοι μεταφράζονται σε τρισδιάστατη πληροφορία που ο χρήστης μπορεί να παρατηρήσει γύρω του, σύμφωνα με τη μέθοδο λειτουργίας της εικονικής πραγματικότητας (Virtual Reality VR).

2 Στόχος της εργασίας

“Δεν έχω χρόνο για το μωρό...”

Locomondo 2008



Τα νέα μέσα προσφέρουν πολλές δυνατότητες στο καλλιτέχνη για να εντυπωσιάσει, να δημιουργήσει κάτι που σαν εικόνα ή αίσθηση δεν έχει προϋπάρξει. Ο δημιουργός δύναται να αλλοιώσει το περιβάλλον και να φτιάξει εκ νέου σκηνές και περιβάλλοντα που κινούνται στη ζώνη του μαγικού. Όσο η τεχνολογία αυξάνεται άλλο τόσο και οι καλλιτέχνες εφοπλίζονται με περισσότερα εκφραστικά μέσα. Από αρχιτεκτονικές προβολές (projection mapping²) σε ουρανοξύστες και προβολές θόλου(dome projection) μέχρι μεγάλου μεγέθους διαδραστικές εγκαταστάσεις. Η εξέλιξη όμως της τεχνολογίας και η πληθώρα εκφραστικών μέσων μοιάζει

² Το Projection Mapping (χαρτογράφηση βίντεο) είναι μια από τις νεότερες τεχνικές προβολής βίντεο που χρησιμοποιούνται για να μετατρέψουν σχεδόν κάθε επιφάνεια σε δυναμική προβολή βίντεο και συνήθως σε συνδυασμό με άλλες τέχνες. Ο στόχος της απεικόνισης βίντεο είναι να δημιουργηθεί μια φυσική ψευδαίσθηση των εικόνων συνδυάζοντας οπτικοακουστικά στοιχεία. Αυτού του είδους οι εμφανίσεις εκτελούνται ζωντανές, καθώς και προφορτωμένες, που ονομάζονται επίσης «real-time» (βίντεο πραγματικού χρόνου) ή «realtime video» (βίντεο πραγματικού χρόνου).

“A Video Projection Mapping Conceptual Design and Application: Yekpare”, *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication - TOJDAC Volume 1 Issue 1*, (July, 2011): 11.

ατέρμονη, με αποτέλεσμα η τέχνη που αποσκοπεί στον εντυπωσιασμό να στερείται τη γείωση και τη δέσμευση με το στοιχείο της ανθρώπινης κατάστασης.

Στο Memory Cinema, αντιφατικά σχεδόν, γίνεται προσπάθεια με τη χρήση πολλαπλών τεχνολογικών μέσων να δημιουργηθεί το περιβάλλον μέσω του οποίου μια απλή ανθρώπινη ιστορία μπορεί να ειπωθεί. Η αισθητική του έργου κατέληξε να έχει την τεχνολογία στο κέντρο της αφήγησης, αλλά το κάνει εσκεμμένα, ώστε να καταφέρει να την αγνοήσει, στο σημείο που αυτό είναι εφικτό.

3 Μεθοδολογία και Μέσα

Στην παρούσα εργασία γίνεται προσπάθεια εδραίωσης μιας εικαστικής γλώσσας που έχοντας ως επίκεντρο το ψηφιακό στοιχείο, διατηρεί διαφάνεια ως προς τη μεθοδολογία, καθιστώντας τα ψηφιακά λάθη βασικό συστατικό της σχεδιαστικής κατεύθυνσης. Εξομοιώνονται φυσικά περιβάλλοντα ως προς τη μορφή και τα ηχητικά τους χαρακτηριστικά.

Στην συνέχεια ακολουθεί περιγραφή του τεχνολογικού περιβάλλοντος και των τεχνικών ή εννοιών που ο συνδυασμός τους αποτέλεσε το καλλιτεχνικό - εκφραστικό μέσο αυτού του έργου.

3.1 Τρισδιάστατη Αναδόμηση Χώρου



Johann Heinrich Lambert

Η τρισδιάστατη αναδόμηση χρησιμοποιείται σε πολλές καλλιτεχνικές και επιστημονικές πρακτικές, όπως στην εναέρια φωτογραφία, στην πολεοδομία, στην αρχαιολογία, στην χαρτογράφηση, στην αρχιτεκτονική κτλ. Ένα παράδειγμα πιο εξειδικευμένης χρήσης είναι η τρισδιάστατη αναδόμηση πρωτεϊνών με χρήση κρυσταλλογραφίας και X-Ray από μοριακούς βιολόγους σε διάφορα επιστημονικά κέντρα³ όπως το Desy. Η πιο αποτελεσματική τεχνική για τρισδιάστατη αναδόμηση χώρου είναι με το πρωτόκολλο Lidar, που κάνει χρήση laser και γαλβανομέτρου για να μετρήσει αποστάσεις από τη συσκευή. Είναι η πιο γρήγορη και ακριβής

³ Desy(Deutsches Elektronen-Synchrotron), Αμβούργο.

λύση αλλά το κόστος είναι ακόμα υψηλό για ιδιωτική χρήση. Αντίθετα, η περίπτωση του "Kinect" με το λογισμικό "Kinect Fusion", αποτελεί παράδειγμα πιο προσιτής τεχνολογίας.

Στην παρούσα εργασία η αναδόμηση χώρου γίνεται με την τεχνική του photogrammetry. Πρόκειται για μια τεχνική μέτρησης αποστάσεων από φωτογραφίες η οποία είναι βασισμένη αρχικά στα μαθηματικά της προοπτικής του Johan Heinrich Lambert⁴. Τα σύγχρονα λογισμικά photogrammetry επιτρέπουν τη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων από σειρές δισδιάστατων φωτογραφιών.

Οι τεχνικές λήψης της φωτογραφίας επεκτείνονται στην δημιουργία εικονικών χώρων με όλη την λεπτομέρεια και το φωτισμό της φυσικής τοποθεσίας. Στην παρούσα εργασία δημιουργήθηκαν πολλοί τέτοιοι χώροι, οι οποίοι αποτυπώνουν αρχιτεκτονική, φυσικά τοπία και ανθρώπους ή αντικείμενα.

⁴Ball, R., W.W.. *A Short Account of the History of Mathematics*. (London, New York: Macmillan, 1908).

3.2 Ογκομετρική Κινηματογράφηση (Volumetric Filming)

“I don't wanna be your friend, i just wanna be your lover”

Radiohead 2008



Η κινηματογράφηση έγινε με τη μέθοδο της ογκομετρικής αποτύπωσης⁵ (volumetric capturing). Χρησιμοποιώντας αισθητήρα βάθους (depth sensor) οι χαρακτήρες που πρωταγωνιστούν στο έργο εισάγονται στο πρόγραμμα ως κινούμενες γεωμετρίες (3d animation) και μπορούν να προβληθούν ως τρισδιάστατα ολογράμματα. Volumetric capturing είναι ο όρος που έχει παγιωθεί για να περιγράψει την κινηματογράφηση με 3d κάμερα. Η πληροφορία που αποθηκεύεται περιέχει μαζί με τη δισδιάστατη εικόνα και την τρισδιάστατη πληροφορία της

⁵ Η ογκομετρική αποτύπωση (Volumetric capture), είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για την παραγωγή τρισδιάστατων ταινιών για προβολή σε ένα εικονικό ή μεικτή πραγματικότητα και διαφέρει αρκετά από την τεχνολογία που χρησιμοποιείται για τις ταινίες 3D. Κατά την καταγραφή με ογκομετρική σύλληψη, το σώμα σαρώνεται και αναπαράγεται πλήρως, με όλες τις λεπτομέρειες και όλες τις πλευρές καταγραφμένες, δημιουργώντας ένα πλήρες ψηφιακό αντίγραφο.

σκηνής που κινηματογραφείται. Μια από τις πρώτες τέτοιες κινηματογραφήσεις που έκανε γνωστή την τεχνολογία στο ευρύτερο κοινό ήταν το videoclip των Radiohead για το τραγούδι House of Cards⁶.

Το volumetric capturing σαν ιδέα άρχισε να παίρνει μορφή με την ανάπτυξη τις βιβλιοθήκης RGBD γραμμένη από τον James George. Αυτή η βιβλιοθήκη παρέχει ένα framework για το calibration της πληροφορίας βάθους του "Kinect" (depth image) με μια οποιαδήποτε παραδοσιακή κάμερα, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό για την καλή ποιότητα της κινηματογράφησης με τις μοντέρνες DSLR κάμερες. Το ντοκιμαντέρ Clouds⁷ γυρίστηκε εξολοκλήρου με συνδυασμό "Kinect" και SLR κάμερας και αποτέλεσε σημείο εκκίνησης για την περαιτέρω εξέλιξη της RGBD βιβλιοθήκης στο "Depthkit" λογισμικό που χρησιμοποιείται και στη παρούσα εργασία.

3.3 3d Sound



⁶ Το Videoclip(μουσικό βίντεο) σκηνοθετήθηκε από τον James Frost, παρουσιάζει απεικονίσεις του προσώπου του Thom Yorke και διαστρεβλωμένες εικόνες τοπίων. Στη θέση της παραδοσιακής κάμερας στο βίντεο χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία lidar μέσω της οποίας ανιχνεύθηκαν αντικείμενα μέσω αισθητήρων.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία του βίντεο κυκλοφόρησαν ως οpe nsouce υπό την άδεια Creative Commons Attribution-Noncommercial-Share Alike. Chacksfield, Marc (17 July 2008). "Radiohead embrace open source". TechRadar. Retrieved 5 February 2011.

⁷ <https://cloudsdocumentary.com/#info>

'The quality of the art of virtual space depends on understanding the properties of those tools available. The history of virtual spaces is therefore the story of an evolving relationship between sophisticated audio engineers, creating spatial tools, and impatient artists, incorporating such tools long before they are fully refined.' (Blessner and Satler, 2008)

Το ανθρώπινο ων έχει τη δυνατότητα να αναγνωρίζει την τοποθεσία μίας πηγής ήχου με πολύ μεγάλη ακρίβεια. Αυτό επιτυγχάνεται από τον εγκέφαλο ο οποίος έχει τη δυνατότητα να υπολογίζει την χρονική καθυστέρηση του ήχου από το ένα αυτί στο άλλο [Inter-aural Time Difference (ITD)], και την διαφορά έντασης [Interaural Intensity Differences (IID)]⁸.

Οι συνθέτες και μουσικοί χρησιμοποιούν τη "χωροτοποθέτηση" του ήχου και υπάρχουν αναφορές χρήσης τέτοιων τεχνικών στη μεσαιωνική αντιφωνική μουσική. Το 1958, ο Edgar Varèse δημιούργησε την Performance Poème électronique⁹ που χρησιμοποιούσε "χωροτοποθέτηση" ήχου με τεχνικά μέσα για εικονική πραγματικότητα.

Ο immersive ήχος μπορεί να επιτευχθεί μέσω πολλών τεχνικών στην εποχή μας, πέρα από την τοποθέτηση ψαλτών σε διαφορετικές γωνιές της εκκλησίας. Το πρωτόκολλο που έχει επικρατήσει ώστε να επιτρέπει μεγαλύτερη πλαστικότητα στην ηχητική δημιουργία είναι το B-format ή αλλιώς ambisonics. Το B-format είναι ένα τρόπος κωδικοποίησης του ήχου κατά τη δημιουργία του, με σκοπό να μπορεί να αποκωδικοποιηθεί μετά, (κατά την εκτέλεση) σε διαφορετικά format, διατάξεις ή αριθμό ηχείων¹⁰.

⁸ Duda, R.O., Avendano Carlos, V. R. Algazi, "An Adaptable Ellipsoidal Head Model for the Interaural Time Differences", 1999 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing. (March, 1999):1

⁹ Το έργο ηλεκτρονικής μουσικής Poème électronique του συνθέτη Edgar Verese γράφτηκε για το Pavilion της Philips στην Παγκόσμια Έκθεση των Βρυξελλών το 1958. Στον Le Corbusier ανατέθηκε ο σχεδιασμός του περιπτέρου, ο οποίος προοριζόταν ως βιτρίνα τεχνολογικής προόδου της Philips.

Ο Varèse σχεδίασε ένα περίπλοκο σχέδιο χωροτοποθέτησης συγχρονίζοντάς το με την ταινία. Με σκοπό τον προκαθορισμό του στυλ της ακουστικής της προβολής ήχου, εκατοντάδες ηχεία ελέγχονταν από ηχητικούς προβολείς με μια σειρά από περιστροφικές τηλεφωνικές κλήσεις. Κάθε καντράν μπορούσε να ενεργοποιήσει πέντε ηχεία κάθε φορά. Αρκετές εκτιμήσεις υποστηρίζουν πως το ηχητικό σύστημα απαρτιζόταν από 350 ηχεία. Τα τελευταία τοποθετήθηκαν στα εσωτερικά τοιχώματα του περιπτέρου, και τα οποία στη συνέχεια επικαλύφθηκαν με αμίαντο. Η προκύπτουσα εμφάνιση ήταν μιας σειράς ανωμαλιών. Ο αμίαντος σκληρύνει τους τοίχους, δημιουργώντας ένα σπηλαιώδη ακουστικό χώρο.

Το σχέδιο χωροθέτησης εκμεταλλεύτηκε την μοναδική φυσική διάταξη του περιπτέρου. Τα ηχεία έφτασαν μέχρι την κορυφή των σημείων του Le Corbusier και ο Varèse αξιοποιώντας τις δυνατότητες της κατασκευής του περιπτέρου, έστειλε τον ήχο πάνω και κάτω στους τοίχους.

Drew Joe, "Reconstructing the Philips Pavilion", ANABlog, January 2010

¹⁰ Malham G. David, Myatt Anthony, "3-D Sound Spatialization using Ambisonic Techniques", Computer Music Journal, Vol. 19, No. 4 (Winter, 1995): p.60

Στη συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιείται η binaural αποκωδικοποίηση stereo ή mono σήματος. Το binaural "Spatialisation" είναι μια "δυναμική" επεξεργασία σήματος με την HRTF (Head related Transfer Function) εξίσωση. Οι παράμετροι αυτής της εξίσωσης είναι διαφορετικές από άνθρωπο σε άνθρωπο και εξαρτώνται από τη φυσιολογία του αυτιού και του κεφαλιού του καθενός¹¹. Η αποτελεσματικότητα αυτής της τεχνικής μπορεί να γίνει αντιληπτή μόνο με ακουστικά.

Η εμπορική έκρηξη του VR έφερε στο προσκήνιο πολλά εργαλεία για να αντιμετωπιστούν οι ανάγκες για τρισδιάστατο ήχο. Για μεγαλύτερη ευελιξία με τα Ambisonics, η βέλτιστη λύση είναι η αναγωγή σε περιβάλλοντα ανάπτυξης όπως το Max/msp που παρέχουν ημι-έτοιμες λύσεις σε περιβάλλον προγραμματισμού καθώς τα streamlined εργαλεία δεν έχουν την ίδια ποιότητα ή και ευελιξία.

Σε αυτό το έργο ο ήχος παίζει το ρόλο του ως μέσο εμβύθισης (immersion) και αφήγησης. Με τη χρήση πολυκάναλων ή binaural ηχογραφήσεων¹² και άλλων τεχνικών επεξεργασίας ηχητικής χωροτοποθέτησης (spatialization), εξομοιώνονται τα φυσικά φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα ή διαδραματίζονται στο φυσικό περιβάλλον, όπως η αντήχηση, το φαινόμενο doppler¹³ κ.α.

¹¹ Picinali, Lorenzo. 2010. The Creation of a Binaural Spatialization Tool. PhD thesis, De Montfort University. P. 27-29.

¹² Ο όρος διηλεκτρική τεχνική (binaural technique) χρησιμοποιείται ως τίτλος για τις μεθόδους εγγραφής, σύνθεσης και αναπαραγωγής του ήχου, όπου τα σήματα ηχητικής πίεσης που καταγράφονται (ή συντίθενται) είναι τα σήματα τυχαίας ακρόασης του ακροατή και όπου επιτυγχάνεται επιτυχής αναπαραγωγή, εάν αυτά αναπαραχθούν πραγματικά στα αυτιά του ακροατή.

Η θεμελιώδης ιδέα της διηλεκτρικής τεχνικής βασίζεται στο γεγονός ότι δημιουργούμε την ακουστική μας εντύπωση με βάση μόνο δύο εισόδους, δηλαδή τις ηχητικές πιέσεις στα δύο τύμπανα του αυτιού. Εάν αυτά καταγράφονται - κυριολεκτικά - στα αυτιά του ακροατή και αναπαραχθούν με ακρίβεια όταν αναπαράγονται, τότε αποκτάται η αρχική εμπειρία ακρόασης. Τα ηχητικά σήματα μπορούν επίσης να συντίθενται με υπολογιστή, με την προϋπόθεση ότι η μετάδοση ήχου από την πηγή στα αυτιά του ακροατή έχει χαρτογραφηθεί εξ ολοκλήρου - για όλες τις πιθανές τοποθετήσεις της πηγής ήχου. Στη συνέχεια μπορεί να ελεγχθεί από τον υπολογιστή όπου ο ακροατής θα ακούσει τον ήχο και οι πηγές ήχου θα μπορούν να τοποθετηθούν σε οποιοδήποτε χώρο χωρικά. Αυτή η τεχνική είναι προφανής για εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας, αλλά υπάρχουν πολλές άλλες εφαρμογές

Hammershoi Dorte, Møller Henrik, "Methods for Binaural Recording and Reproduction", *Acta Acustica United with Acustica Vol. 88*, (May/June, 2002): 303

¹³ Το φαινόμενο Doppler είναι το γνωστό φαινόμενο κατά το οποίο η συχνότητα ενός κύματος μετατοπίζεται σύμφωνα με τη σχετική ταχύτητα της πηγής και του παρατηρητή. Η συμβατική μας κατανόηση του αποτελέσματος Doppler, από τη σχολική αίθουσα μέχρι την καθημερινή εμπειρία των διερχομένων οχημάτων, είναι ότι οι αυξημένες συχνότητες μετρούνται όταν πλησιάζουν η πηγή και ο παρατηρητής.

C. H. Papas, *Theory of Electromagnetic Wave Propagation* (McGraw-Hill, New York, 1965).

N. Seddon, T. Bearpark, "Observation of the Inverse Doppler Effect", *Science* 302, (2003): 1537.

3.4 Zone of Immersion



Τεχνολογικά η εποχή μας βρίσκεται στο μεταίχμιο του περάσματος των διαφορετικών μορφών πραγματικότητας στην καθημερινότητα. Ειδικά όσον αφορά στον τόμεα του AR τα υπάρχοντα στοιχεία δείχνουν συνεχή και ραγδαία ανάπτυξη. Οι επενδύσεις σε start-up γύρω από το AR ανήλθε στα 3 δις. δολλάρια το 2017¹⁴. Η παρουσία του γίνεται αισθητή σε πολλούς τομείς συμπεριλαμβανομένων της Ιατρικής, βιομηχανίας, εκπαίδευσης, design (σχεδιασμός), τέχνης, αθλητισμού, μουσείων.

Στη συγκεκριμένη εργασία γίνεται προσπάθεια να δημιουργηθεί ένα είδος mixed reality,

14

<https://www.digi-capital.com/news/2018/04/ar-vr-startups-raise-record-3-6-billion-in-last-12-months-as-market-transition-accelerates/#.WwffSF0FNE4>

που χρησιμοποιεί ένα συνδυασμό VR και AR. Η προσπάθεια επικεντρώνεται στην επέκταση της “immersive” εμπειρίας στο χώρο της εγκατάστασης, στη δημιουργία μιας συνθήκης, όπου ο εικονικός κόσμος συμμετέχει με τον πραγματικό για να αποδοθεί η αφήγηση.

3.4.1 Vr και AR

Το virtual reality (VR) αν και υφίστατο από καιρό στα μυθιστορήματα και στις ταινίες επιστημονικής φαντασίας, έγινε ευρέως διαθέσιμο μόλις το 2012 όταν η εταιρεία Oculus κυκλοφόρησε τη γνωστή συσκευή (headset) Rift¹⁵. Οι καλλιτεχνικοί δημιουργοί των νέων μέσων το “αγκάλιασαν” αμέσως. Η κυκλοφορία ενός τέτοιου προϊόντος τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή είναι αποτέλεσμα της εξέλιξης τεχνολογιών δημιουργίας περιεχομένου για αυτό. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα προγράμματα δημιουργίας παιχνιδιών υπολογιστή (game engines), όπως το Unity και το Unreal Engine, καθώς επίσης και άλλα μικρότερης δημοτικότητας προγράμματα παραγωγής γραφικών σε πραγματικό χρόνο (realtime), όπως το VVVV και το Max/Msp¹⁶, Jitter. Τέτοιες πλατφόρμες βέβαια στηρίζονται στις τεχνολογικές δυνατότητες των υπολογιστών στις τελευταίες γενιές καρτών γραφικών (GPU-graphics processing unit). Πέντε χρόνια μετά την αρχική του κυκλοφορία, “το παρόν μοιάζει να έφτασε στο μέλλον” και πλέον το VR μπορεί να δουλέψει σε κινητά τηλέφωνα και στους διαδικτυακούς περιηγητές (browsers).

¹⁵ Το Oculus Rift είναι ένα Head-set (μια οθόνη που φοριέται στο κεφάλι) που κατασκευάζεται από την Oculus VR. Πρόκειται για μια ειδικά σχεδιασμένη οθόνη εικονικής πραγματικότητας, η οποία χρησιμοποιεί σύγχρονα συστήματα απεικόνισης, οπτικά συστήματα και ρυθμούς ανανέωσης για την παροχή υψηλού επιπέδου οπτικής πιστότητας και εντυπωσιακού, ευρύτατου οπτικού πεδίου. Έχει μια προηγμένη τεχνολογία οθόνης σε συνδυασμό με ένα σύστημα παρακολούθησης χαμηλής καθυστέρησης για να προσφέρει μια ζωντανή εμπειρία στον χρήστη.

¹⁶

Το Max/Msp είναι μια γλώσσα γραφικού προγραμματισμού για μουσική και πολυμέσα, που αναπτύχθηκε από την εταιρεία λογισμικού Cycling '74 που εδρεύει στο Σαν Φρανσίσκο. Έχει χρησιμοποιηθεί από συνθέτες, ερμηνευτές, σχεδιαστές λογισμικού, ερευνητές και καλλιτέχνες για τη δημιουργία ηχογραφήσεων και εγκαταστάσεων. Το Max/msp έχει μεγάλη βάση χρηστών - προγραμματιστών που δεν συνεργάζονται με το Cycling '74, και οι οποίοι βελτιώνουν το λογισμικό με εμπορικές αλλά και μη εμπορικές επεκτάσεις για το ίδιο το πρόγραμμα.

3.4.2 Augmented reality

Ένα άλλο είδος πραγματικότητας που δείχνει να έχει περισσότερες εφαρμογές στον πραγματικό κόσμο είναι η "επαυξημένη" πραγματικότητα (AR- Augmented Reality).

Πρόκειται για μια τεχνολογία που αποσκοπεί στην βελτιστοποίηση της αντίληψης και επιτρέπει τον εμπλουτισμό περιβαλλόντων. Το πιο βασικό χαρακτηριστικό του AR είναι ότι “μπλέκει” τον πραγματικό με τον εικονικό κόσμο. Η ανθρώπινη αντίληψη βελτιστοποιείται με τη χρήση περιεχομένου που συνιστά μια διεπαφή βασισμένη στη πραγματικότητα¹⁷. Ο σκοπός του AR είναι να παρέχει εικονικά αντικείμενα πάνω από τα φυσικά, επιτρέποντας τους χρήστες AR συσκευών να διαδράσουν με το ψηφιακό περιεχόμενο. Με τη χρήση computer vision¹⁸ και object recognition, ψηφιακές πληροφορίες μπορούν να προβληθούν και να επεξεργαστούν σαν να ανήκαν στο φυσικό μας περιβάλλον.

Σε αντίθεση με το VR , το AR είναι πιο κοντά στο πραγματικό περιβάλλον. Δεν αντικαθιστά τον πραγματικό κόσμο, αλλά τον επαυξάνει ή τον διαφοροποιεί. Από τις πιο γνωστές εμπορικά συσκευές είναι το Hololens της Microsoft όπως επίσης, αν και δεν έχει ακόμη κυκλοφορήσει για ιδιώτες, το Magic Leap που επιχορηγήθηκε βαρέως από τη Google.

¹⁷ Milgram P., Takemura H., Utsumi A., Kishiro F., Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum (Telemanipulator and Telepresence Technologies, SPIE Vol. 2351, 1994). http://etclab.mie.utoronto.ca/people/paul_dir/SPIE94/SPIE94.full.html

¹⁸ **Computer Vision** είναι η δημιουργία ουσιαστικής περιγραφής φυσικών αντικειμένων από ψηφιακές εικόνες ή βίντεο. Το Computer Vision περιλαμβάνει μεθόδους απόκτησης, επεξεργασίας, ανάλυσης και κατανόησης ψηφιακών εικόνων και εξαγωγής δεδομένων από τον πραγματικό κόσμο με σκοπό την παραγωγή αριθμητικών ή συμβολικών πληροφοριών, όπως στην περίπτωση των μορφών αποφάσεων (forms of decision)

Computer Vision, Ballard H. Dana, Christopher M.Brown, Computer Vision (Prentice-Hall Inc.,1982)

3.5 Το περιβάλλον γραφικού προγραμματισμού VVVV

Για το σκοπό της εργασίας δημιουργήθηκε λογισμικό που να μπορεί να επεξεργάζεται γραφικά και να προβάλλει (realtime render¹⁹) σε πραγματικό χρόνο μεγάλους αριθμούς τρισδιάστατων μοντέλων, κωδικοποιημένα βίντεο που μετατρέπονται σε χαρακτήρες-ολογράμματα και ήχους που κινούνται χωρικά ακολουθώντας την κίνηση του θεατή. Η ανάπτυξη του λογισμικού δημιουργήθηκε στο VVVV.

Το VVVV είναι ένα περιβάλλον γραφικού προγραμματισμού δημιουργημένο από το VVVV Group που εδρεύει στο Βερολίνο. Από την αρχική κυκλοφορία του το 2008, ως πρόγραμμα ελέγχου φωτισμού και επεξεργασίας DMX σημάτων²⁰, έχει εξελιχθεί σε ένα πολύπλευρο πρόγραμμα που διευκολύνει στη γρήγορη ανάπτυξη πρωτοτύπων με μεγάλη αποτελεσματικότητα ως προς τον απαιτούμενο χρόνο ανάπτυξης, σε σχέση με άλλα εργαλεία που βασίζονται εξολοκλήρου στο κώδικα. Περιλαμβάνει πολλά ξεχωριστά πακέτα από functions (ή nodes) δημιουργημένα όχι μόνο από το VVVV Group αλλά και από άλλους χρήστες.

Ένα από τα πακέτα - βιβλιοθήκη που περιλαμβάνει είναι η πλατφόρμα ανάπτυξης προγραμμάτων που εκτελούνται στην κάρτα γραφικών(Shaders) για το DX11 περιβάλλον. Η τεχνολογία του DX11 παρέχει τη δυνατότητα γραφής των παραδοσιακών Vertex και Pixel (fragment) Shaders. Από τη κυκλοφορία του DX10 και έπειτα, οι shaders επεκτάθηκαν σε Geometry Shaders για επεξεργασία γεωμετρίας και Compute Shaders που διευκολύνουν στην

¹⁹ Η απόδοση σε πραγματικό χρόνο αφορά τη γρήγορη δημιουργία εικόνων στον υπολογιστή. Μια εικόνα εμφανίζεται στην οθόνη, ο θεατής ενεργεί ή αντιδρά και αυτή η ανατροφοδότηση επηρεάζει αυτό που δημιουργείται στη συνέχεια. Αυτός ο κύκλος αντίδρασης και απόδοσης συμβαίνει με ταχύ ρυθμό που ο θεατής δεν βλέπει μεμονωμένες εικόνες, αλλά βυθίζεται σε μια δυναμική διαδικασία.

Akenine-Moller Tomas, Haines Eric, Hoffman Naty, introduction to Real-Time Rendering Third Edition(A K Peters, Ltd. 2008),1

²⁰ Το DMX512 είναι ένα πρωτόκολλο ψηφιακής επικοινωνίας που χρησιμοποιείται κυρίως για να ελέγξει φωτιστικό εξοπλισμό. Η ψηφιακή πληροφορία μεταφέρεται σε πακέτα 512 καναλιών - 1 dmx Universe. Σε κάθε κανάλι περιέχονται 8 bit πληροφορίας - 256 διακριτές στάθμες.

ανάπτυξη προγραμμάτων για πιο παραδοσιακούς υπολογισμούς. Το DX11 έχει χρησιμοποιηθεί σε όλα τα γραφικά (visuals) σε αυτή την εργασία.

ΤΟ VVVV επίσης παρέχει ένα framework για να γράφονται nodes με c#. Για κάποιες δουλειές η αντικειμενοστρεφής φύση της C# υπερτερεί του data flow²¹ του γραφικού προγραμματισμού. Επίσης, μια βιβλιοθήκη με nodes για επεξεργασία ήχου χρησιμοποιείται εδώ στην απλή μορφή της για να φορτωθούν ηχητικά εφέ που εκτελούν τη χωρική επεξεργασία και τη binaural κωδικοποίηση του σήματος (VST plugins). Κυρίως έχει χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με το spatV3 της Ircam που θα αναλυθεί παρακάτω.

Χρησιμοποιήθηκε ακόμη η βιβλιοθήκη image pack που συμπεριλαμβάνει nodes για computer vision, ώστε να εκτελεστεί η αναγνώριση της ριπής του οφθαλμού. Με αλγόριθμο ανίχνευσης των ματιών του θεατή, το σύστημα αντιλαμβάνεται τη στιγμή που αυτός ανοιγοκλείνει τα μάτια του και τον μεταφέρει αυτόματα στην επόμενη σκηνή. Με αυτήν τη συνθήκη, το μοντάζ της ταινίας αφήνεται στα χέρια του. Οι εναλλαγές των σκηνών γίνονται με μεγάλη ταχύτητα και δεν του δίνουν το χρόνο να τις επεξεργαστεί σε βάθος, τον μεταφέρουν όμως σε μια νέα έκπληξη κάθε φορά που ανοίγουν ξανά τα μάτια του.

Κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης ο θεατής χρησιμοποιώντας μια αυτοσχέδια, δημιουργημένη αποκλειστικά για το έργο, συσκευή εικονικής πραγματικότητας (headset) παρατηρεί τις δράσεις που εξελίσσονται γύρω του. Η συσκευή εικονικής πραγματικότητας υλοποιείται σε ένα κράνος που απαρτίζεται από ένα προβολέα πολύ μικρών διαστάσεων (pico projector²²) σε συνδυασμό με σύστημα που αναλύει τη θέση και την περιστροφή του κεφαλιού (headtracking)²³.

²¹ Η ροή δεδομένων είναι μια αρχιτεκτονική λογισμικού που βασίζεται στην ιδέα ότι η τροποποίηση της τιμής μιας μεταβλητής πρέπει αυτόματα να επιβάλλει τον υπολογισμό από την αρχή όλων των μεταβλητών που εξαρτώνται από αυτήν.

²² Ο προβολέας pico (pico Projector) είναι μια μικρή συσκευή σχεδιασμένη για να προβάλλει περιεχόμενο από smartphone, κάμερα, tablet, φορητό υπολογιστή ή συσκευή μνήμης σε τοίχο ή άλλη επίπεδη επιφάνεια. Είναι εξαιρετικά συμπαγείς και έχουν σχεδιαστεί για να αντικαταστήσουν τους συμβατικούς, ογκώδεις προβολείς για παρουσιάσεις και προβολές μέσων.

²³ Στην τεχνολογία εντοπισμού κεφαλής (Head Tracking), παρακολουθούνται οι κινήσεις του προσώπου και του κεφαλιού του χρήστη με τη λήψη δεδομένων μέσω κάμερας ή ακόμη μέσω συσκευής που φοριέται στο κεφάλι και καταγράφει τις κινήσεις. Είναι δυνατή η παρακολούθηση των κινήσεων του κεφαλιού από συγκεκριμένη απόσταση μέσω webcam και H/Y. Συχνά, χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την επαυξημένη πραγματικότητα.

Σε αντίθεση με παραδοσιακές VR συσκευές, σε αυτήν που χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία επιτρέπεται η επικοινωνία του θεατή με τον περιβάλλοντα χώρο. Γίνεται χρήση δύο τεχνικών ώστε να οδηγείται ο θεατής μέσα και έξω από τη ζώνη του immersion: α) με ακουστικά ηχητικής απομόνωσης (noise cancellation)²⁴ των οποίων η λειτουργία ελέγχεται και β) με έλεγχο του περιβάλλοντος φωτισμού μέσω dmx από το σύστημα.

²⁴ Τα ακουστικά ακουστικής ακύρωσης (Active Noise Cancellation - ANC) είναι ειδικά ακουστικά που προστατεύουν το αυτί από τον επιβλαβή θόρυβο. Σε αντίθεση με ένα παθητικό προστατευτικό της ακοής, ένα ακουστικό ANC εξαλείφει θορύβους δημιουργώντας έναν άλλο θόρυβο ίσου εύρους και αντίθετης φάσης.
Yu Shiang-Hwua, Hu Jwu-Sheng, "Controller Design for Active Noise Cancellation Headphones Using Experimental Raw Data", *IEEE/ASME transactions on Mechatronics*, Vol.6, No.4, (December, 2001): 483.

Κύριο Μέρος (Ανάπτυξη)

1 Θεωρητικό μέρος

1.1 Ριπή οφθαλμού - Blink

“If you have to blink , do it now .”

Kubo and the two strings, 2016

Με τη χρήση μιας υποσυνείδητης λειτουργίας του εγκεφάλου, που είναι η ριπή του οφθαλμού (Eye Blink), εισάγεται μια διαδραστική συνθήκη στην εξέλιξη της αφήγησης. Μέσω της μάσκας - κράνους ο θεατής καθίσταται κοινωνός της προσωπικής εμπειρίας του καλλιτέχνη. Του επιτρέπεται να ρίξει μια ματιά στο περιβάλλον αυτής της εμπειρίας. Η έκφραση “μια ματιά” εδώ, αποκτάει κυριολεκτικό νόημα, αφού συχνά η ευκαιρία που θα του δοθεί θα έχει διάρκεια από το ένα ανοιγόκλεισμα των ματιών έως το επόμενο.

Η λειτουργία του Blink εκτός από σύσπαση μυός για την εφύγρυνση του ματιού, επαναφέρει και τον εγκέφαλο στο Default Mode Network (DMN)²⁵. Το Default Mode Network (Δίκτυο Προεπιλεγμένης Λειτουργίας), είναι το τμήμα του εγκεφάλου που είναι υπεύθυνο για την «απουσία σκέψης». Αυτό το δίκτυο νευρώνων είναι εκείνο που επιτρέπει στον άνθρωπο να έχει δημιουργικές ιδέες και να ονειροπολεί, γεγονός που τον κάνει συχνά να δυσανασχετεί όταν ασχολείται με μονότονες και επαναλαμβανόμενες διαδικασίες. Συνεπώς, το Blink, μπορεί, αληθινά, να χρησιμοποιείται για να ξεκουραστεί ο ανθρώπινος εγκέφαλος μεταξύ περιόδων έντονης εστίασης, όπως επίσης και για να αποκλειστεί από τον έξω κόσμο και να μπορέσει να εστιαστεί μόνο σε ένα θέμα²⁶.

²⁵ Nakano T, Kato M, Morito Y, Itoi S, Kitazawa S., “Blink-related momentary activation of the default mode network while viewing videos”. *Proc Natl Acad Sci U S A*.110(2). (2013 Jan 8):702

²⁶ Nakano T, Kato M, Morito Y, Itoi S, Kitazawa S., “Blink-related momentary activation of the default mode network while viewing videos”. *Proc Natl Acad Sci U S A*.110(2). (2013 Jan 8):703

Διαβάζοντας ένα κείμενο, οι ριπές οφθαλμού (Blink) τείνουν να συμβαίνουν προς το τέλος των προτάσεων²⁷. Κατά την θέαση ταινιών ή video συμβαίνουν σε σημεία μετάβασης περάσματος του νοήματος^{28 29}. Επίσης χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο και για τη μετάδοση νοήματος κατά την ομιλία. Είναι μέρος δηλαδή της εκφραστικότητας, μαζί με την γλώσσα του σώματος, τις χειρονομίες και τον επιτονισμό - χρωματισμό της φωνής.

Συνεπώς, και με βάση τα παραπάνω ευρήματα, ο θεατής αφήνεται να επιλέξει υποσυνείδητα/ασυναίσθητα ποιό είναι το φυσικό σημείο αλλαγής νοήματος κατά την εξέλιξη της εγκατάστασης. Ταυτόχρονα σημαντική είναι η έκπληξη που προκαλείται στον θεατή κατά την αρχική χρήση του Blink, όσο η συνθήκη αυτή παραμένει ακόμη ακατανόητη.

Στην παρούσα περίπτωση το Blink τον μεταφέρει σε άλλο περιβάλλον, σε μια άλλη χρονική στιγμή, σε ένα άλλο θραύσμα μιας ανάμνησης. Ο θεατής μπαίνει ασυναίσθητα στη θέση του μοντέρ³⁰. Το έργο δεν μένει πίσω από τις ανάγκες του θεατή αλλά ούτε και προτρέπει. Στέκεται δίπλα του και πάει βήμα βήμα με τις δικές του ανάγκες ώστε η ροή του βίντεο να είναι φυσική και ενδιαφέρουσα.³¹

Ωστόσο, σύμφωνα με μελέτες, φαίνεται πως τα διαφορετικά frame rates των βίντεο έχουν αντίκτυπο στη συχνότητα ριπής οφθαλμού (Blinking Frequency). Συμμετέχοντες σε πειράματα παρακολούθησαν βίντεο με 120 fps, 60 fps και 30 fps³². Το χαμηλότερο BF (Blinking Frequency) παρατηρήθηκε στα βίντεο με ανάλυση 120 fps. Μάλιστα, από μία διαφορετική έρευνα προέκυψε πως τα μοτίβα που δείχνουν τα ηλεκτροεγκεφαλογραφήματα (EEG) κατά την παρακολούθηση βίντεο με 240 fps είναι πολύ κοντά στα μοτίβα που λαμβάνονται από ηλεκτροεγκεφαλογραφήματα όταν ο εγκέφαλος βρίσκεται σε φυσική κατάσταση.

²⁷ Hall A., "The origin and purposes of blinking". *British Journal of Ophthalmology* 29(9). (September, 1945): 445–467.

²⁸ Nakano T, Yamamoto Y, Kitajo K, Takahashi T, Kitazawa S (July, 2009) "Synchronization of spontaneous eyeblinks while viewing video stories". *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences* 276(1673). (July, 2009):3644.

²⁹ Nakano T, Kitazawa S, "Eyeblink entrainment at breakpoints of speech". *Exp Brain Res* 205(4) (September, 2010):579–581

³⁰ Murch, Walter. *In the Blink of an Eye. A Perspective on Film Editing*. nd Edition. (Silman-James Press 1992).p.69

³¹ Nakano T, Kitazawa S, "Eyeblink entrainment at breakpoints of speech". *Exp Brain Res* 205(4) (September, 2010):580.

³² Tag B., Shimizu J., Zhang C., Kunze K., Ohta N., and Sugiura K. "In the Eye of the Beholder: The Impact of FrameRate on Human Eye Blink." In *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA'16)*. (New York, 2016): 2325-2327.

Η καλλιτέχνης Yoko Ono με στοχευμένα κοντινά πλάνα στα μάτια της, στο έργο Eye-Blink (1966)³³, επικεντρώνεται στο πολύ αργό ανοιγοκλείσιμο των ματιών της και παίζει με τις δυνατότητες της ταινίας και της παραμόρφωσης, καθώς εγείρει ζητήματα αντικειμενοποίησης και όρασης.

1.2 Φόρμα πάνω από τη λεπτομέρεια



To installation Cloud face (2012) των Shinseungback Kimyonghun. Πραγματεύεται το φαινόμενο της παρειδωλίας ανιχνεύοντας πρόσωπα στα σύννεφα με face recognition.

Στα νέα μέσα γίνεται συνεχώς προσπάθεια να βελτιστοποιηθούν οι τεχνικές και το αποτέλεσμα ώστε να εισέλθει ο θεατής στη ζώνη του immersion που ο εντυπωσιασμός και η αφήγηση αποκτούν μεγαλύτερη βαρύτητα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, ερευνήθηκαν κάποιες αρχές της νευροβιολογίας για την λειτουργία του εγκεφάλου όσον αφορά στην αποθήκευση

³³ Το έργο παρουσιάστηκε στην ατομική έκθεση της Yoko Ono το 1997 στη Γκαλερύ Montern Art, της Οξφόρδης.

αναμνήσεων, και έγινε προσπάθεια αντί να βελτιστοποιηθούν τα υλικά να γίνει κατανοητό τι αποζητάει ο εγκέφαλος για να εμβιθιστεί.

Υπάρχουν δυο επικρατέστερες απόψεις για την λειτουργία του εγκεφάλου στην αποθήκευση αναμνήσεων. Η σχετική και η απόλυτη. Στην εργασία αυτή υιοθετείται η σχετική υπόθεση, γνωστή και ως θεωρία του "κονστрукτιβισμού"³⁴. Αυτή περιγράφει πως ο εγκέφαλος αποθηκεύει σχέσεις μεταξύ αντικειμένων και καταστάσεων και όχι τα αντικείμενα αυτά κάθε αυτά. Με αυτή τη λογική όταν γίνει απαραίτητο, ο εγκέφαλος ανακαλεί αυτές τις σχέσεις, μαζί με περιγράμματα καταστάσεων ή και αντικειμένων, και αναδημιουργεί κάθε φορά με βάση τη λογική και το συναίσθημα τις επιμέρους λεπτομέρειες. Αυτή η τεχνική του εγκεφάλου παρατηρείται όταν οι άνθρωποι προσπαθούν να περιγράψουν τα όνειρα τους. Μέσα από την αφαιρετικότητα του υποσυνείδητου, για να καταστεί λογική η περιγραφή του ονείρου, το συμπληρώνεται με λεπτομέρειες από τον φυσικό κόσμο, ώστε να έχει νόημα η ιστορία³⁵.

Παρομοίως, ο ίδιος μηχανισμός ενεργοποιείται προκειμένου να γίνεται αναγνώριση ανθρώπων και προσώπων. Για παράδειγμα ένας άνθρωπος έχει την εξαιρετική ικανότητα να αναγνωρίσει κάποιο φίλο του που πλησιάζει, έστω και αν η απόσταση μεταξύ τους είναι μεγάλη και στο οπτικό του πεδίο παρεμβαίνουν πολλά ακόμα πρόσωπα. Επίσης έχει την ικανότητα να αναγνωρίζει δεκάδες ή εκατοντάδες διαφορετικά πρόσωπα ανθρώπων που έχει γνωρίσει ανεξαρτήτως των εκφράσεων του προσώπου τους ή ακόμα και αν έχουν περάσει χρόνια από τότε που τους είδε τελευταία φορά.

Αυτό μπορεί να μοιάζει λογικό και ίσως αυτονόητο, αλλά μπορούμε να εξετάσουμε την εξαιρετική περίπτωση του κ.Σ από τη Ρωσία. Υπέφερε από μια σπάνια αρρώστια, την υπερμνησία, το αντίθετο της αμνησίας. Ο κ.Σ μπορούσε να θυμηθεί τα πάντα με εξοντωτική λεπτομέρεια. Εάν αυτό ακούγεται σαν ικανότητα υπερφυσικών διαστάσεων αποτελούσε πρόβλημα για τον mrS γιατί πολύ απλά δε μπορούσε να ξεχωρίσει κανέναν άνθρωπο. Κάθε

34

³⁵ Zadbood A., Chen J., Leong Y.C., Norman K.A. and Hasson U. "How We Transmit Memories to Other Brains: Constructing Shared Neural Representations Via Communication". *Cerebral Cortex*, Volume 27, Issue 10, (October 2017), σ. 4988-4990.

φορά που ένας άνθρωπος έπαιρνε μια διαφορετική έκφραση, στο μυαλό του ήταν ένα καινούριο πρόσωπο που δεν είχε ξαναδεί.

Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται σε αυτή την εργασία, όπως το photogrammetry και το volumetric capturing, είναι τεχνικές που έχουν τη δυνατότητα να περιγράψουν τεράστιο όγκο πληροφορίας του φυσικού κόσμου. Η κίνηση ενός ανθρώπου όταν κάνει ένα βήμα, όπως γίνεται αντιληπτή από τον εγκέφαλο, είναι μια συνήθης και κατανοητή πράξη. Στο κόσμο του τρισδιάστατου animation για να αποτυπωθεί, απαιτεί την εναλλαγή σε υψηλά framerate, χιλιάδες πολυγώνων για την γεωμετρία και μεγάλο όγκο πληροφορίας χρώματος.

Σε αρχικά στάδια της εργασίας έγινε προσπάθεια να αποθρομβοποιηθεί η πληροφορία της αποτύπωσης του φυσικού κόσμου, ώστε κατά την οπτικοποίηση της να δημιουργείται ένα εικαστικό αποτέλεσμα πιο οικείο αισθητικά από την επαφή με τις CGI (computer generated images) παραγωγές των ταινιών του Hollywood. Όμως, όπως σε κάθε διαδικασία αποθρομβοποίησης και καθώς οι αλγόριθμοι δεν αποκτούν εύκολα γήινα κριτήρια αισθητικής, παρατηρήθηκε ότι οι ανθρώπινες κινήσεις έχαναν από την φυσικότητα τους, λόγω της βαριάς επεξεργασίας. Οι γεωμετρίες από το photogrammetry άρχιζαν να μοιάζουν με απλά τρισδιάστατα μοντέλα.

Η γενική μορφή των ψηφιοποιήσεων έχοντας την πηγή της στο φυσικό κόσμο διατηρεί τη φόρμα της, έστω και αν περιέχει αρκετό θόρυβο. Εγκαταλείφθηκαν εν μέρει οι προσπάθειες αποθρομβοποίησης, εναγκαλιάστηκε το ψηφιακό λάθος (glitch) και υιοθετήθηκε το θορυβώδες στιλ ως άποψη. Μοιάζει πρόπον για να περιγράψει κάτι πολύ πιο χαοτικό και θορυβώδες, την ανθρώπινη ανάμνηση.

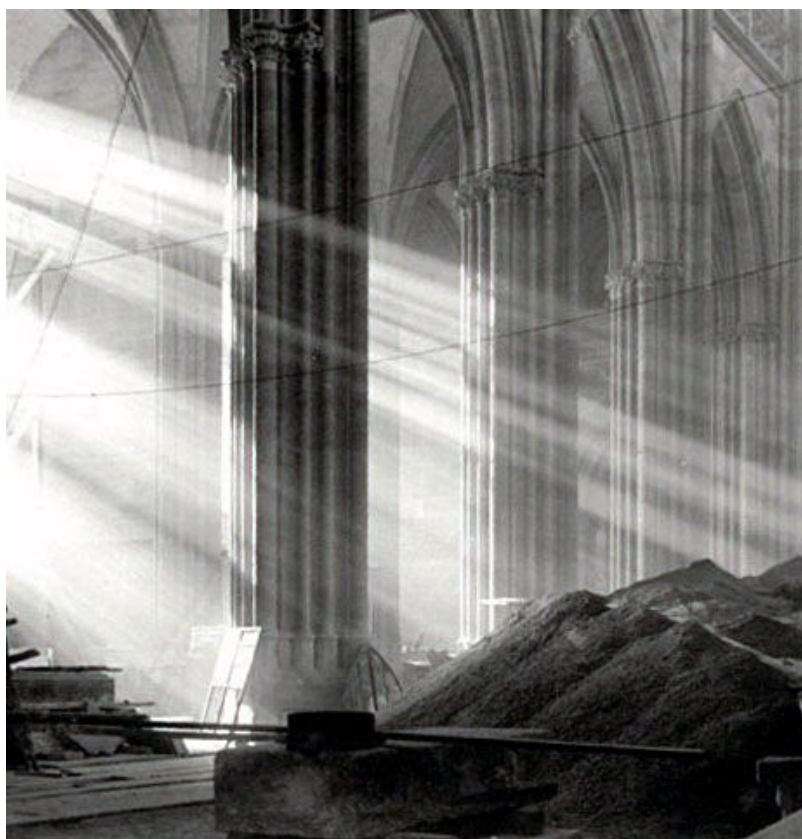
1.3 Ο θόρυβος

Η εργασία πραγματεύεται την έννοια του θορύβου, όπως αυτός υπάρχει ανάμεσα στα κενά από τα περιγράμματα και τις επιμέρους λεπτομέρειες που προστίθενται για να έχει αυτό νόημα. Ο άνθρωπος δεν επιτυγχάνει πάντα να θυμάται με ορθότητα τα γεγονότα ή τα αντικείμενα έτσι όπως υπήρχαν στην πραγματικότητα και έτσι είναι δυνατόν μια ανάμνηση από την παιδική ηλικία να μεταλλάσσεται συνεχώς καθώς αυτός μεγαλώνει. Μπορεί μια ανάμνηση

να αντικαθίσταται από κάποια άλλη, ή ακόμα και από την ίδια, όπως αυτή έχει περιγραφεί σε μια διαφορετική χρονική στιγμή. Σε αυτήν την εργασία παραλληλίζεται ο θόρυβος που ανακαλείται με τις αναμνήσεις, με αυτόν του περιβάλλοντος ή του ψηφιακού θορύβου ή του λάθους της ψηφιοποίησης.

Κατά τη διαδικασία των ηχογραφήσεων, όπου γινόταν προσπάθεια να ηχογραφηθούν ήχοι περιγραφικοί του αστικού περιβάλλοντος για να χρησιμοποιηθούν στο έργο, αναδύθηκε το μεγάλο πρόβλημα του αυτοκινήτου. Ο ήχος του αυτοκινήτου με τη διαπεραστικότητα και την ενέργεια που έχει στις χαμηλές συχνότητες κατέστη δύσκολο να μην περιληφθεί στις ηχογραφήσεις. Μετά από αυτό, εκτός από την μανιώδη αποστροφή που μπορεί να προκαλέσει σε έναν ηχολήπτη ο ήχος του αυτοκινήτου, επέρχεται η συνειδητοποίηση της ποσότητας του θορύβου όπως αυτός περνάει στις αποτυπώσεις του φυσικού κόσμου³⁶. Όμως και στα άλλα μέσα ισχύει η ίδια συνθήκη. Για παράδειγμα κάποιος που θέλει να φωτογραφίσει νεοκλασικά σπίτια στα Εξάρχεια θα δυσκολευτεί πολύ να βρει μια επιφάνεια που να μην περιέχει graffiti.

³⁶ Ο θόρυβος έχει χρησιμοποιηθεί ως επιβλαβές ερέθισμα σε αρκετές μελέτες, διότι σε κάθε περίπτωση παράγει τα ίδια αποτελέσματα με άλλους στρεσογόνους παράγοντες. Η ενόχληση αυξάνεται σημαντικά όταν ο θόρυβος συνοδεύεται από δονήσεις ή χαμηλές συχνότητες. Ο όρος “ενόχληση” αδυνατεί να καλύψει το ευρύ φάσμα των αρνητικών αντιδράσεων που συνδέονται με την ηχορύπανση: θυμός, απογοήτευση, δυσαρέσκεια, απόσυρση, αδυναμία, κατάθλιψη, άγχος, αποστροφή, αναταραχή, εξάντληση. Jariwala J. Hiral, Syed S. Huma, Pandya J. Minarva, Gajera M. Yogesh. “Noise Pollution & Human Health: A Review”. Presented in the Conference: *Noise and Air Pollution: Challenges and Opportunities*. (March 2017): σ. 2



Josef Sudek

1.4 φωτογραφία

Η φωτογραφία εξυπηρετεί το ρόλο, μεταξύ άλλων, της αποθήκευσης μιας ανάμνησης. Αυτή μπορεί να είναι προσωπικού ή πολιτισμικού περιεχομένου. Το photogrammetry προσθέτει μια επιπλέον διάσταση στην κλασσική φωτογραφία. Η μια και μοναδική φωτογραφία μπορεί να αντικατασταθεί τώρα από τρισδιάστατη πληροφορία χώρου. Η εργασία εξετάζει αυτήν την χρήση των immersive μέσων στη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Η φωτογραφία ως καλλιτεχνικό μέσο ξεφεύγει από το παραδοσιακό ορθογώνιο πλαίσιο, οπότε αυτή η διάσταση του μέσου μεταβάλλεται. Η σύνθεση όμως, σκηνογραφικά και φωτιστικά, παραμένει ως μέσο έκφρασης στο photogrammetry.

1.5 Επιρροές από άλλα καλλιτεχνικά έργα

Οι επιρροές του έργου προήλθαν από πολλά και διαφορετικά είδη τέχνης. Ερευνήθηκαν έργα που βρίσκονται κοντά στο γνωστικό πεδίο αυτής της εργασίας αλλά και αλλά, από άλλες μορφές τέχνης που εμπεριέχουν το στοιχείο της συναισθησίας.

1.5.1 This is your brain on music

Το *This is your brain on music*³⁷ είναι μια από τις κύριες επιρροές της εργασίας. Αναφορές από το βιβλίο διατρέχουν όλο το έργο. Το βιβλίο καταπιάνεται με την νευροβιολογία του εγκεφάλου και επικεντρώνεται στο πως αυτός αντιδρά στα μουσικά ερεθίσματα.

Οι επεξηγήσεις του βιβλίου, σε πολλά σημεία έχουν αποτελέσει έναυσμα για τη δημιουργία των σκηνών. Η πλασματική παραδοχή που έχει γίνει σε αυτό το έργο είναι πως ο εγκέφαλος λειτουργεί σε όλο το φάσμα των λειτουργιών του με τον ίδιο τρόπο που λειτουργεί όσον αφορά τη μουσική. Κάποιες έρευνες έχουν δείξει πως ο εγκέφαλος διατηρεί στη μνήμη ή καταφέρνει να κατανοήσει και να ξεχωρίσει ή ακόμα και να δημιουργήσει, βάσει των αναμνήσεων του, διαφορετικές συμπεριφορές για κάθε ένα από τα επιμέρους συστατικά: τον ρυθμό, τη μελωδία, την αρμονία³⁸ κτλ.

Έγινε χρήση της προσωπικής μουσικής κατανόησης σε μια προσπάθεια ερμηνείας της λειτουργίας του εγκεφάλου και συγκεκριμένα ερευνήθηκε μουσικά με ποιόν τρόπο μπορεί αυτός να λειτουργήσει για την αποθήκευση στιγμών.

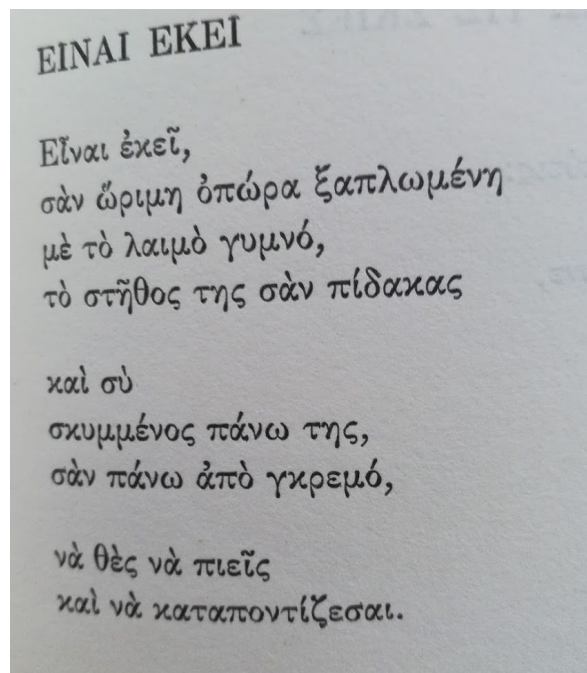
Τέθηκαν ερωτήματα όπως για παράδειγμα: πώς ο περιβάλλον ήχος μπορεί να επηρεάζει τα μουσικά ακούσματα κάποιου ή με ποιό τρόπο οι αναμνήσεις και το συναισθηματικό κομμάτι, που πάντα υπάρχει στο πυρήνα της μουσικής, μπορεί να διαμορφώσει την αισθητική κατανόηση;

³⁷ Levitin J. Daniel. 2008. *This Is Your Brain On Music: Understanding a Human Obsession*. Atlantic Books.

³⁸ Krumhansl L. Carol, "Rhythm and Pitch in Music Cognition". *Psychological Bulletin* by the American Psychological Association, Inc, 2000, Vol. 126, No. 1 159-171

Οι μουσικές έννοιες έρχονται “ραμμένες” πάνω σε ένα πολύ αφαιρετικό ύφασμα. Για παράδειγμα, το να γίνεται διαχωρισμός γιατί ένα *accordo minore* προκαλεί άλλα συναισθήματα από ένα *magiore*, απέχει πολύ από την κατανόηση κάποιας μαθηματικής έννοιας. Με βάση αυτό το σκεπτικό, ο κόσμος ίσως να μπορεί να εξηγηθεί καλύτερα μεταφρασμένος σε πιο αφαιρετικά μέσα ερμηνείας, όπως η μουσική.

Το παρακάτω ποίημα³⁹ είναι του Χρήστου Λάσκαρη στο οποίο μπορεί κανείς να παρατηρήσει την έντονη αίσθηση του ρυθμού. Χρησιμοποιώντας απλή γλώσσα με ξεκάθαρα μηνύματα ανάγει όλη την συναισθηματική φόρτιση στο ρυθμό, για να καταλήξει σε ένα συναισθηματικό τέλος. Θα μπορούσε να ειπωθεί ότι ο ποιητής κάνει επίκληση στο μουσικό στοιχείο στην προσπάθεια του να κεντρίσει το συναίσθημα του αναγνώστη. Παρόμοια τεχνική χρησιμοποιεί και ο John Cage⁴⁰ σε πολλά από τα ποιήματά του.



³⁹ Το ποίημα “Εἶναι Εκεί” ανήκει στην ποιητική συλλογή “Να εμποδίζεις τις σκιές” 1982, από τις εκδόσεις Διαγώνιος.

⁴⁰ Ο John Cage, (1912-1992) πειραματικός, συνθέτης, θεωρητικός της μουσικής, εικαστικός καλλιτέχνης και ποιητής, θεωρείται ένας από τους σημαντικότερους Αμερικανούς συνθέτες του 20ου αιώνα. Ο John Cage απέδιδε στην φόρμα των ποιημάτων του την ονομασία “mesostic”(μεσοστικό). Ένα μεσοστικό ποίημα ή κείμενο είναι διευθετημένο με τέτοιο τρόπο ώστε μια κατακόρυφη φράση να τέμνει γραμμές οριζοντίου κειμένου.

1.5.2 Victoria

Το Victoria είναι μια ταινία του Sebastian Schipper με πρωτότυπο κινηματογραφικό στυλ⁴¹. Η ταινία είναι μεγάλης διάρκειας, 2 ωρών, γυρισμένη σε ένα μονοπλάνο. Δεν υπάρχει κάποιο cut ή μοντάζ. Αυτού του τύπου ο κινηματογράφος συγκλίνει με το θέατρο. Η ιδιαιτερότητα της μεθοδολογίας στη ταινίας μας δίνει την ατμόσφαιρα. Η απουσία του μοντάζ ανεβάζει την ένταση μονίμως καθώς δίνεται η εντύπωση ότι όλα συμβαίνουν την ίδια στιγμή.

Μια τέτοιου είδους ταινία θα μπορούσε να είναι γυρισμένη με τρισδιάστατο ή 360° τρόπο εμβυθίζοντας τον θεατή στη δράση και σε άμεση σχέση με τις ερμηνείες των ηθοποιών χωρίς την πλασματικότητα και αφαιρετικότητα του μοντάζ.

1.5.3 Clouds

Το Clouds⁴² είναι ένα διαδραστικό ντοκιμαντέρ, πολύ κοντά στη μεθοδολογία αυτής τις εργασίας. Προβάλλονται συνεντεύξεις και συζητήσεις με πολλούς καλλιτέχνες, προγραμματιστές, hackers και designers που δουλεύουν με κώδικα και new media. Είναι γυρισμένο με ογκομετρική κινηματογράφιση και μπορεί κανείς να το δει σε πολλά format: σε virtual reality, σε 360, στο browser ή σε κανονική οθόνη.

Μεγάλες παραγωγές στο χώρο του VR Cinema κάνουν την εμφάνιση τους σε φεστιβάλ κινηματογράφου δείχνοντας πως το μέσο είναι σε πορεία καθιέρωσης. Το “Carne y Arena” του Alejandro Gonzalez Innaritu και το “Giant” του Milic Zec’ είναι δύο από τις πιο γνωστές.

Πηγαίνοντας λίγο πιο πίσω στο χρόνο ένα ακόμα έργο που απασχολεί το πιο συναισθηματικό κομμάτι της παρούσας εργασίας είναι το “The Eye of the Heart” του Bill Viola⁴³. Το έργο αφορά στο θάνατο τις μητέρας του. Ο Viola κινηματογράφησε την μητέρα του καθώς

⁴¹ Η ταινία Victoria (2015) γυρίστηκε σε μια και μόνο μεγάλη διαδρομή από τον Sturla Brandth Grøvlen από τις 4:30 π.μ. έως τις 7:00 π.μ. στις 27 Απριλίου 2014 στις γειτονιές Kreuzberg και Mitte του Βερολίνου. Το σενάριο αποτελείται από δώδεκα σελίδες, που στο μεγαλύτερο μέρος του διαλόγου οι ηθοποιοί αυτοσχεδιάζουν.

⁴²<https://cloudsdocumentary.com/>

⁴³

αυτή βρισκόταν στο νοσοκομείο στο νεκροκρέβατο της. Στο παρόν έργο, με έναυσμα μια παρόμοια προσωπική ιστορία, αποτυπώνονται μέρη και αισθήσεις με βαρύνουσα προσωπική σημασία για τον δημιουργό που έχει ως στόχο να κάνει το θεατή κοινωνό των προσωπικών του συναισθημάτων.

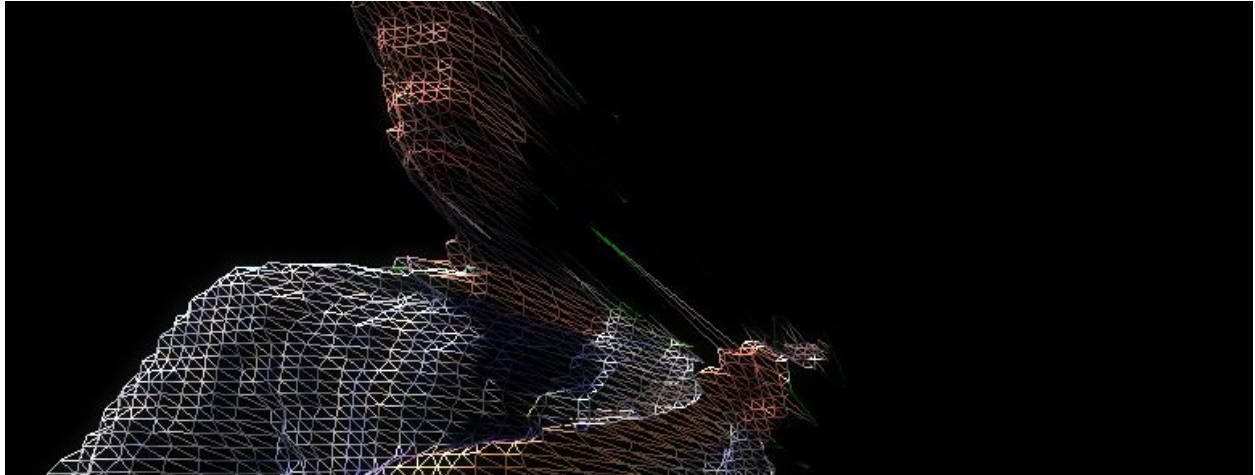
2 Μεθοδολογία

Δεδομένα εισόδου

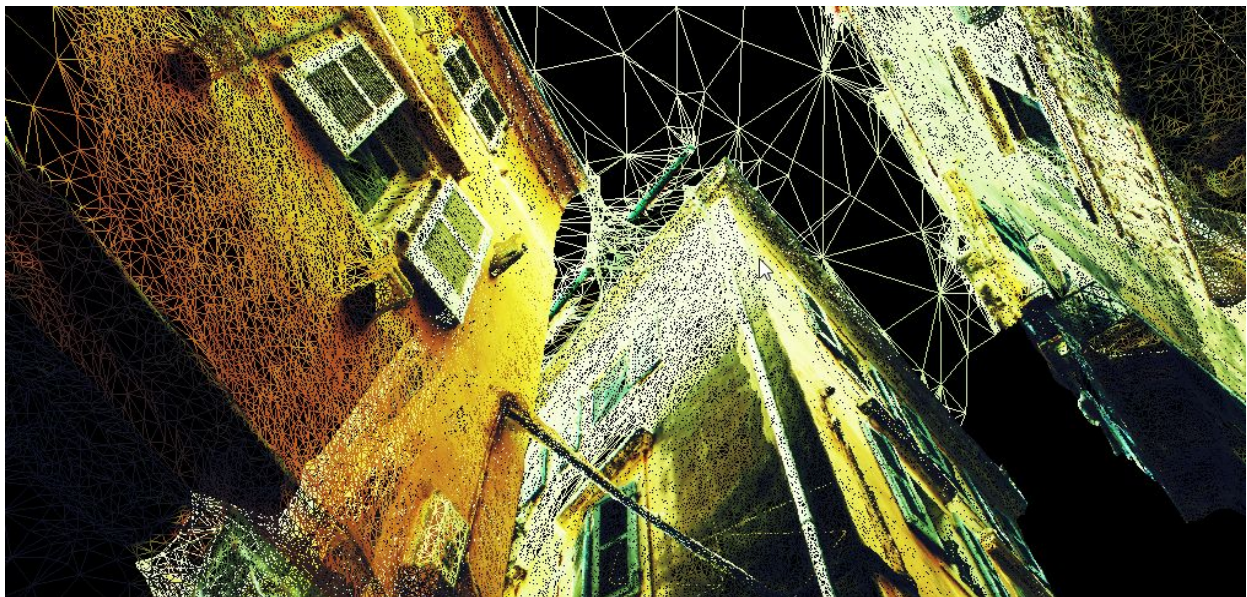
Προκειμένου να περιγραφεί η μεθοδολογία του έργου, θα γίνει λόγος για όλα τα διαφορετικού τύπου αρχεία που αναπαράγονται σε πραγματικό χρόνο από το λογισμικό κατά τη διάρκεια της προβολής. Λεπτομερή περιγραφή της διαδικασίας δημιουργίας και αναπαραγωγής τους γίνεται παρακάτω.

1. **Χαρακτήρες.** Κινηματογραφημένοι τρισδιάστατα χαρακτήρες που παρουσιάζονται με μορφή ολογραμμάτων. Περιέχουν εικόνα, τρισδιάστατη κωδικοποιημένη γεωμετρία και ήχο και είναι ενσωματωμένα σε ένα απλό video.

Το Το έργο “The eye of the Heart” του Bill Viola, πραγματεύεται το θάνατο της μητέρας του και την επιλογή του να γυρήσει αυτήν την βαθιά και εξαιρετικά προσωπική εμπειρία. Για τον καλλιτέχνη η κινηματογράφηση της μητέρας του καθώς έφευγε από τη ζωή ήταν συναισθηματικά η δυσκολότερη εμπειρία της ζωής του. *Syracuse University Magazine*, Vol. 27, Iss. 3 [2010], Art. 6: 5

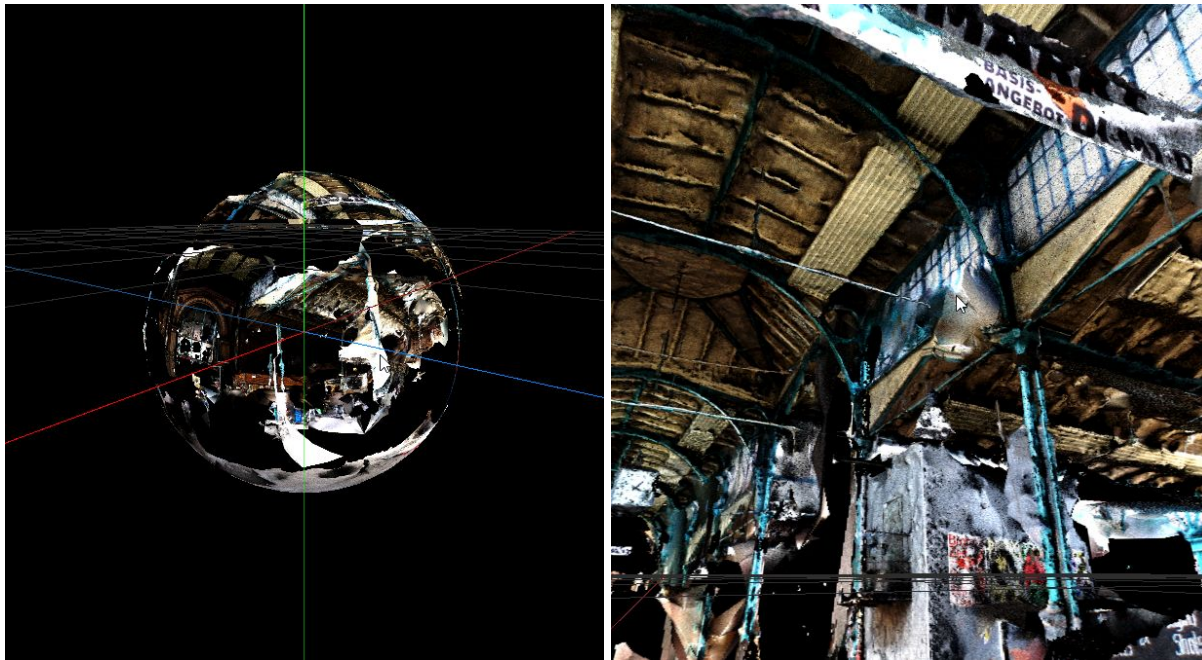


2. *Τρισδιάστατα περιβάλλοντα.* Γεωμετρίες δημιουργημένες ως επί το πλείστον με διαδικασίες τρισδιάστατης αναδόμησης από φωτογραφίες. Οι γεωμετρίες προέρχονται είτε από αρχιτεκτονική, είτε από αντικείμενα ή φυσικά τοπία. Η επεξεργασία τους γίνεται ανάλογα τις ανάγκες της κάθε σκηνής είτε από απλό 3d λογισμικό (cinema4d⁴⁴), είτε σε πραγματικό χρόνο από το κυρίως λογισμικό αναπαραγωγής.



⁴⁴ Το CINEMA 4D είναι ένα πρόγραμμα για τρισδιάστατη μοντελοποίηση(3D Modelling), animation, κινούμενα γραφικά(motion graphics) και rendering που δημιουργήθηκε από την εταιρεία MAXON Computer GmbH στη Γερμανία.

3. **Στατικά Cubemap.** Έχουν χρησιμοποιηθεί για την αποφυγή φόρτωσης στο πρόγραμμα μεγάλης ποσότητας γεωμετρίας που μπορεί να επιβαρύνει ή να εξαντλήσει τους υπολογιστικούς πόρους. Η ψευδαίσθηση του τρισδιάστατου διατηρείται εν μέρει, αλλά στην πραγματικότητα η πληροφορία είναι μια απλή εικόνα εφαπτόμενη σε μια σφαίρα γύρω από τον θεατή.



Halle markt στο kreuzberg του Βερολίνου., έξω και μέσα από τη σφαίρα

4. **Κινούμενα Cubemap.** Η ίδια διαδικασία με την προαναφερθείσα, με τη διαφορά ότι η εικόνα στην περίπτωση αυτή είναι video. Μπορούν έτσι να επιστρατευθούν τεχνικές animation σε διάφορα 3d λογισμικά χωρίς τους περιορισμούς του realtime.
5. **Ηχητικά περιβάλλοντα.** Ηχητικά δείγματα (Samples) επεξεργασμένα σε stereo. Πριν την έξοδο στα ακουστικά κωδικοποιούνται από το Spat σε binaural έξοδο. Αναπαράγονται είτε ανεξάρτητα από τη σκηνή, είτε ενσωματωμένα στους χαρακτήρες και στα κινούμενα Cubemaps.

2.1 Οι χαρακτήρες

Για την κινηματογράφηση έχει χρησιμοποιηθεί το λογισμικό Depthkit. Με τις δυνατότητες που παρέχονται από το πρόγραμμα η διαδικασία επιγραμματικά είναι η εξής:

1. Ορθή διαμέτρηση (calibration) του "kinect" με την RGB κάμερα με τη μέθοδο του Checkerboard.
2. Κινηματογράφηση με το Depthkit Capture. Μέσω της διαδικασίας αποθηκεύονται σε κωδικοποιημένες ακολουθίες εικόνων (image sequence) : η εικόνα βάθους (depth texture) από το "kinect" και η rgb εικόνα (color texture) από την rgb κάμερα.
3. Χρονικός συγχρονισμός των δυο ακολουθιών και κωδικοποίηση σε PNG sequence με χρήση του Depthkit Visualise. Σε αυτό το στάδιο βελτιστοποιείται η πληροφορία αφαιρώντας το περιττό τρισδιάστατο εύρος.

Η διαδικασία κινηματογράφησης με kinect έχει κάποιες διαφορές με την κλασική κινηματογράφηση. Ο φακός του kinect έχει ένα FOV 90 μοίρες, με εύρος βάθους από τα 80εκ. έως και τα 5 μέτρα. Ως εκ τούτου το πεδίο στο οποίο γίνεται η λήψη είναι περιορισμένο.

Η καθαρότητα της εικόνας RGB στο τελικό αποτέλεσμα είναι συνάρτηση της διαφοράς γωνίας όπου γυρίστηκε η σκηνή, με τη γωνία θέασης από τον θεατή στη τελική προβολή. Κατά κανόνα έγιναν προσπάθειες να τοποθετηθούν οι κάμερες όσο το δυνατόν πιο κοντά και χωρίς γωνία, επικεντρώνοντας στο σημείο που σκηνοθετικά δίνεται έμφαση στη σκηνή.

2.1.1 Kinect και κάμερα



Η DSLR κάμερα χρησιμοποιήθηκε εξ αρχής για την υψηλή ποιότητα εικόνας που προσφέρει η SLR τεχνολογία. Το βάρος όμως μιάς τέτοιας κάμερας, απαιτεί ακριβό ή μεγάλο σε βάρος εξοπλισμό για την τοποθέτηση της σε κάποιο σταθερό σημείο σε συνδυασμό με το Kinect. Στις προσπάθειες που έγιναν να τοποθετηθούν και τα δυο με σταθερότητα, το σύστημα κατέληγε να είναι πολύ βαρύ και ευαίσθητο. Αυτό έκανε τα εξωτερικά γυρίσματα ή έστω τη μεταφορά του συστήματος πολύ δύσκολη. Το πρόβλημα είναι πως έστω και για μικρές μετακινήσεις της κάμερας σε σχέση με το Kinect η διαδικασία του calibration πρέπει να επαναληφθεί.

Για αυτό το λόγο εγκαταλείφθηκε η ιδέα της χρήσης Dslr κάμερας και θυσιάστηκε η ποιότητα της εικόνας στο βωμό της πρακτικότητας. Επιλέχτηκε μια ποιοτική webcam, η (Logitech c920), τοποθετήθηκε με σιλικόνη στο πάνω μέρος του Kinect και για την βελτίωση της εικόνας έγινε η τελική επεξεργασία (post processing) μετά το πέρας των λήψεων.

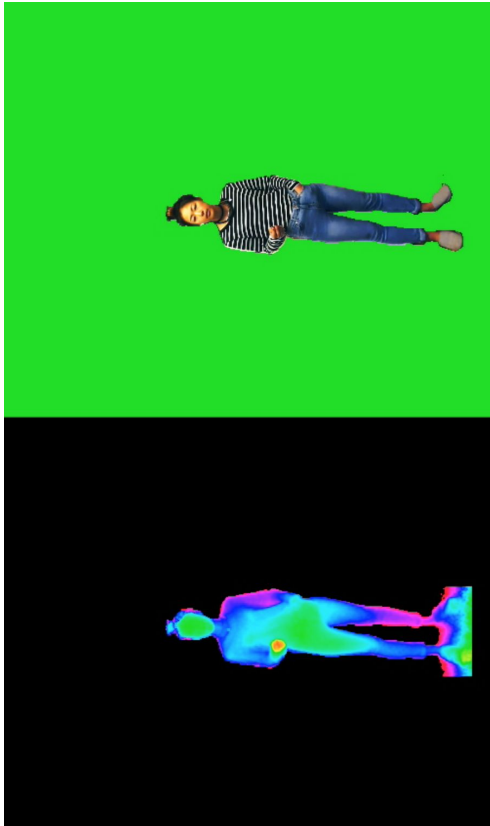
2.1.2 Ο φωτισμός

Στο RGBD γύρισμα είναι εύκολο να αποκοπεί ο ηθοποιός-χαρακτήρας από το γενικό περιβάλλον και να τοποθετηθεί σε άλλα περιβάλλοντα. Κάτι που παραδοσιακά γίνεται με γύρισμα σε Green screen. Για να γίνει πειστική βέβαια η τοποθέτηση του σε περιβάλλοντα παίζει ρόλο ο φωτισμός. Έγιναν προσπάθειες τα γυρίσματα να πραγματοποιούνται με ομοιόμορφο και άπλετο (flat) φως με όλα τα σημεία του ηθοποιού καλοφωτισμένα. Περαιτέρω επεξεργασία στο φωτισμό υλοποιήθηκε στο 3d πρόγραμμα.

2.1.3 Εισαγωγή δεδομένων στο VVVV

Το Depthkit παρέχει τρία τρισδιάστατα format για export. Obj sequences, Alembic πρωτόκολλο, και PNG sequence όπου το βάθος κωδικοποιείται στην απόχρωση (Hue). Επειδή σε αυτό το έργο οι σκηνές έχουν μεγάλη διάρκεια, τα τρισδιάστατα αρχεία ήταν δύσκολο και ακριβό υπολογιστικά να αναπαραχθούν στα 30 καρέ το δευτερόλεπτο(frames per second- fps). Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε το τρίτο format, αυτό των png sequences, το οποίο μετατράπηκε σε video τύπου (codec) HAP που μπορεί να αποκωδικοποιηθεί στη κάρτα γραφικών. Παράλληλα δημιουργήθηκαν shaders ώστε να αποκωδικοποιούν το HUE σε τρισδιάστατη πληροφορία.

Στην παρακάτω εικόνα μπορούμε να δούμε ένα από τα PNG. Στο κάτω μέρος της εικόνας 1 είναι κωδικοποιημένο το βάθος στο HUE. Το Depthkit παρείχε ένα shader για μετατροπή του Hue σε βάθος για χρήση του στο περιβάλλον Unity. Μετατράπηκαν τα function (παράρτημα) για την Hue αποκωδικοποίηση από τον shader του Depthkit, σε έναν pixel (fragment) shader του VVVV. Η εικόνα εξόδου χρησιμοποιήθηκε ως heightmap σε έναν geometry shader για heightmap displacement που αποδίδει και τη τελική γεωμετρία.

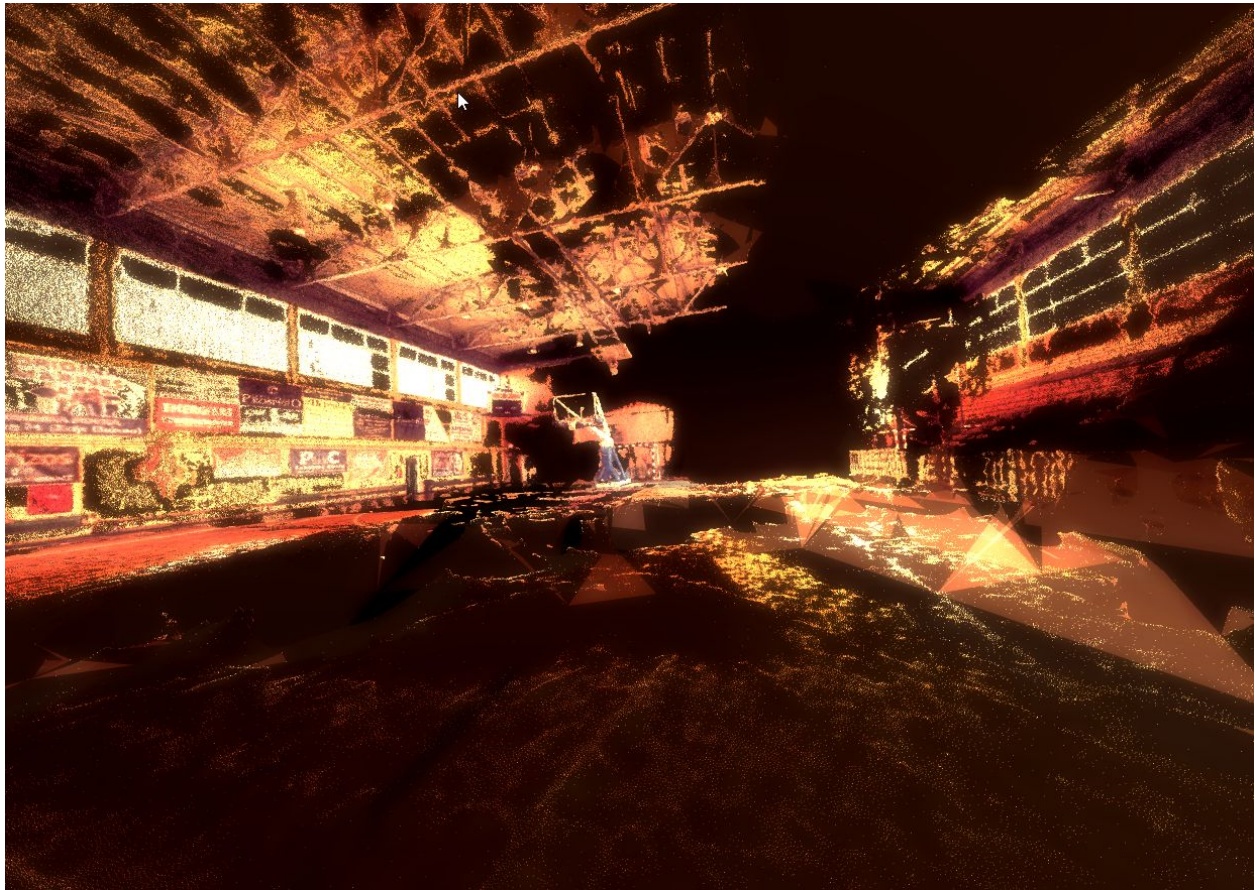


Εικόνα 1



Εικόνα 2

2 Τρισδιάστατα περιβάλλοντα



Το κλειστό γυμναστήριο μπάσκετ στην Κέρκυρα

Τα μοντέρνα λογισμικά photogrammetry παρέχουν μια διαδικασία δημιουργίας τρισδιάστατης πληροφορίας από σειρά φωτογραφιών. Στη παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε το Reality Capture. Δοκιμάστηκαν επίσης το 3DFZephyr, Pix4d, Photoscan, Remake. Στην επιλογή του συγκεκριμένου λογισμικού η απόφαση διαμορφώθηκε από τους εξής παράγοντες: την ποιότητα της αναδόμησης, τους χρόνους παραγωγής των μοντέλων και το κόστος. Στα περισσότερα λογισμικά η διαδικασία είναι η ίδια:

1. **Ευθυγράμμιση(alignment) των εικόνων.** Σε αυτό το σημείο το πρόγραμμα κάνει αναγνώριση χαρακτηριστικών σημείων (feature recognition) στις φωτογραφίες. Επίσης,

αποδίδεται η θέση της κάμερας όταν λήφθηκε η φωτογραφία και τα οπτικά του φακού. Δημιουργείται το αρχικό νέφος σημείων (sparse pointcloud).

2. **3d reconstruction.** Δημιουργία του πυκνού νέφους (dense pointcloud) και τρισδιάστατου μοντέλου. Ανάλογα με τον αριθμό φωτογραφιών αποσπάται λιγότερη ή περισσότερη λεπτομέρεια που αντικατοπτρίζεται σε αριθμό πολυγώνων (triangle count).
3. **Χρωματισμός (Texturing)** των μοντέλων. Δημιουργείται ο χάρτης αντιστοίχισης πολυγώνου με χρώμα παρμένον από τις δισδιάστατες εικόνες (

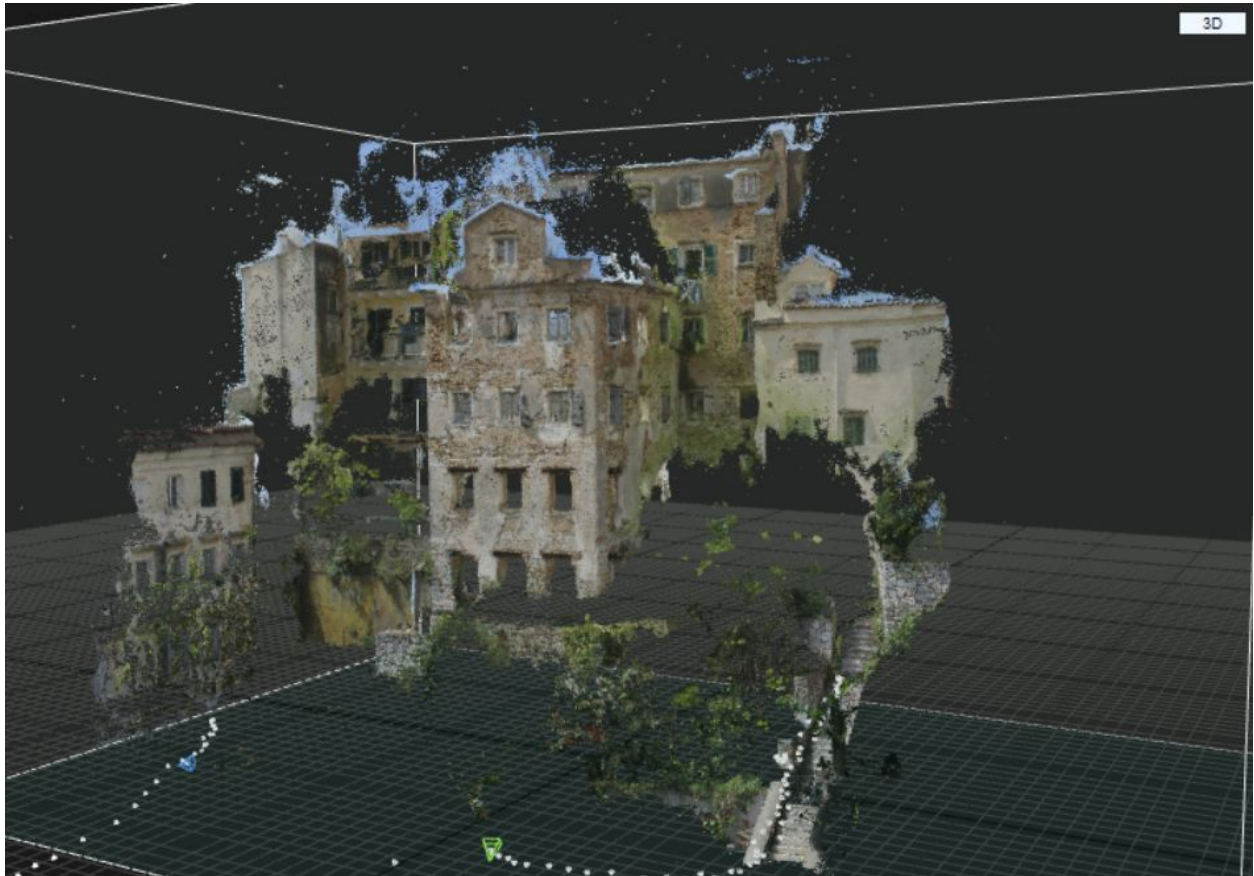


UV map του reconstruction στη γωνία Κωλλέτη στη παλιά πόλη της Κερκυρας.

Υπάρχουν διαφορετικά πρωτόκολλα πληροφορίας τρισδιάστατου μοντέλου. Για εργασία αποκλειστικά με pointcloud τα πιο ευρέως διαδεδομένο format είναι το .ply και .xyz.

Για χρήση στο VVVV προτιμήθηκε το obj format. Κατά κανόνα, για χρήση των μοντέλων σε realtime rendering απαιτείται μείωση του αριθμού πολυγώνων που εξάγει το πρόγραμμα. Μια μέθοδος που ακολουθήθηκε ήταν να επιλεγούν οι επίπεδες επιφάνειες και να

υποστούν εξομάλυνση (smoothing) και υποδειγματοληψία (downsampling). Διατηρήθηκε χαμηλότερη ή υψηλότερη ανάλυση, ανάλογα το επίπεδο του ενδιαφέροντος που είχε για την αφήγηση η κάθε περιοχή του μοντέλου. Ένα εκατομμύριο τρίγωνα ανά μοντέλο βρέθηκε να είναι μια καλή ισορροπία λεπτομέρειας και μεγέθους αρχείου (περί τα 200mb).



Το κτίριο της Εβραϊκής κοινότητας στην Κέρκυρα.

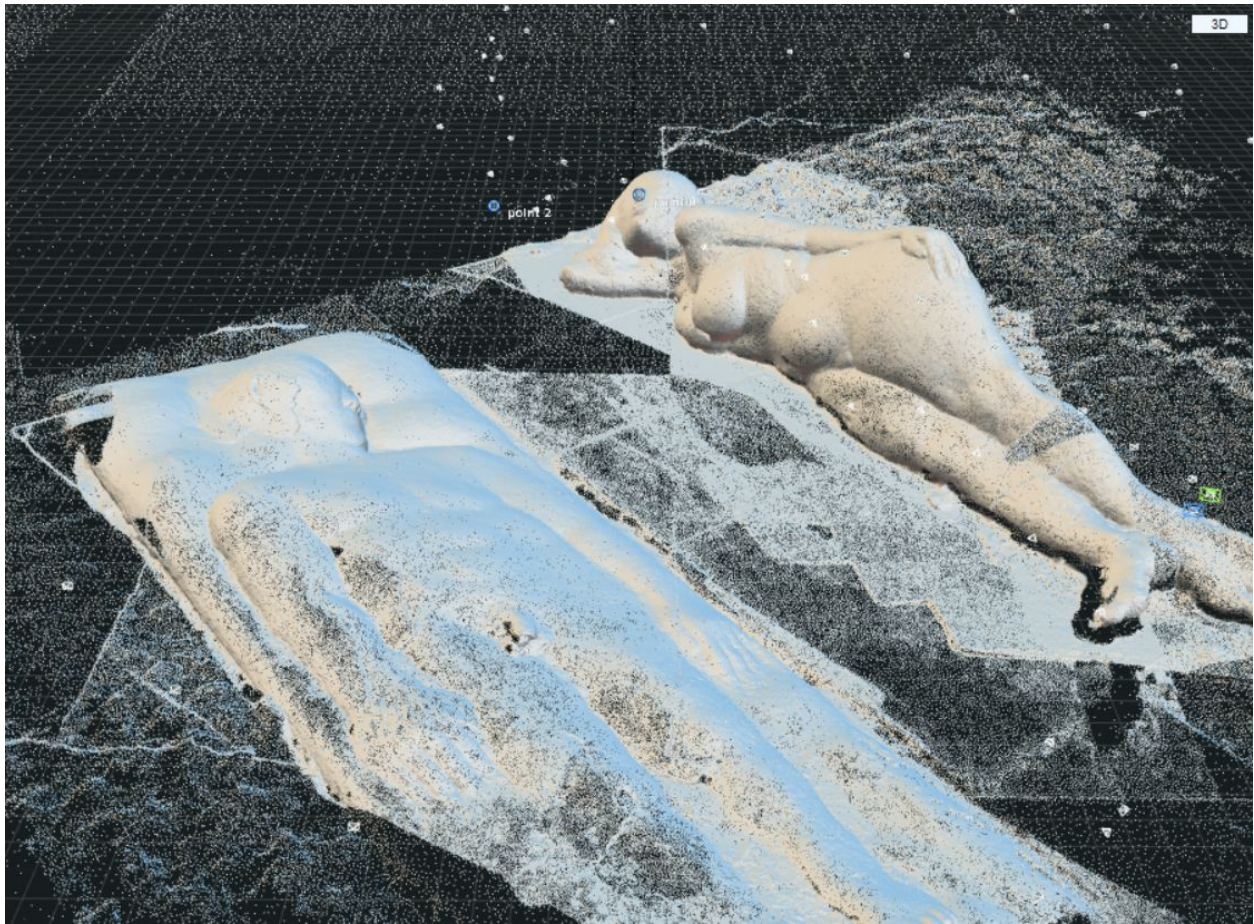
3. Cubemap (360° περιεχόμενο)

Παρομοίως με την παραπάνω διαδικασία τα αρχικά μοντέλα δημιουργούνται στο reality capture. Χρησιμοποιήθηκε πληθώρα τεχνικών, διαφορετικών για κάθε μοντέλο, κυρίως με χρήση του 3d προγράμματος cinema4d. Παρακάτω γίνεται λεπτομερής ανάλυση της δημιουργίας μίας εκ των σκηνών.

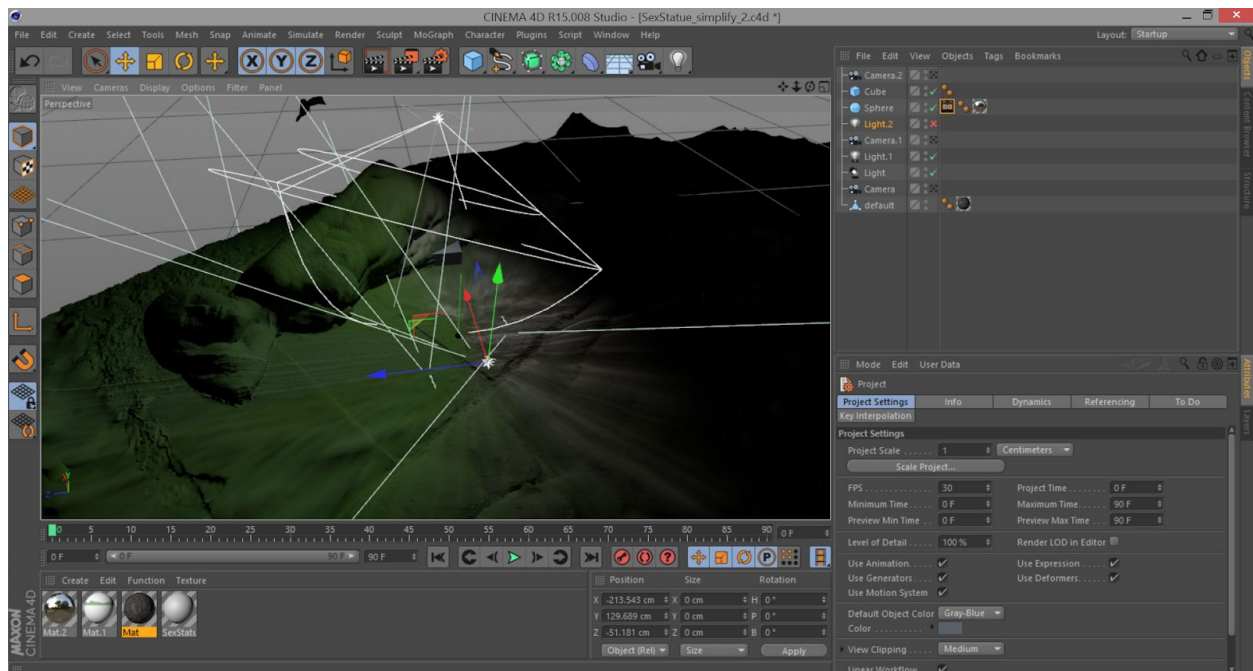


Το παραπάνω γλυπτό από το Kreuzberg στο Βερολίνο είναι το σημείο εκκίνησης της σκηνής.

Στο Reality Capture δημιουργείται το τρισδιάστατο μοντέλο.

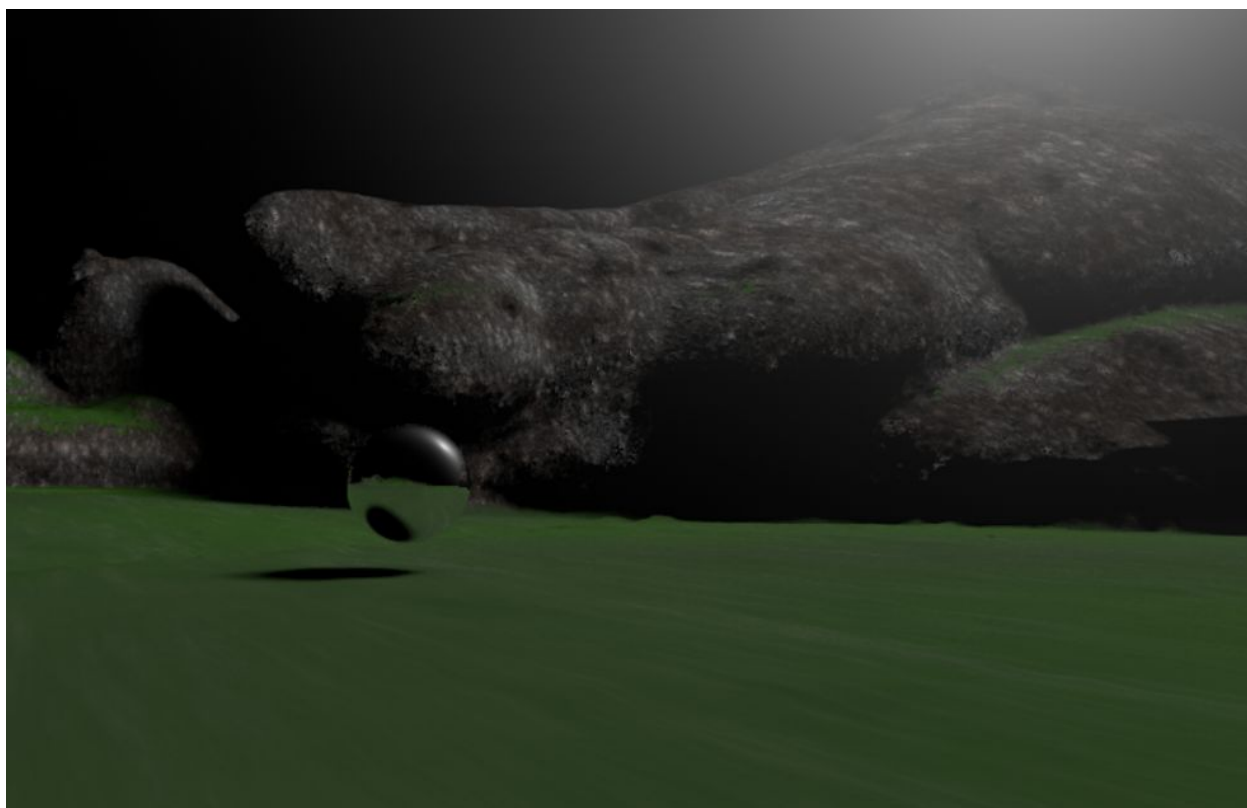


Το μοντέλο εισήχθηκε στο Cinema4d για επεξεργασία materials και φωτισμού.



Η σκηνή χρησιμοποιεί το γλυπτό μεταβάλλοντας την τάξη μεγέθους έτσι ώστε να φανεί σε μέγεθος βουνού δίπλα στο χρήστη. Για να επιτευχθεί οπτικά η αίσθηση του βουνού εφαρμόστηκε δυναμικός χρωματισμός (procedural texturing) που έλαβε υπόψη του τη γεωμετρία για να τοποθετήσει materials που θυμίζουν πέτρα και γρασίδι.

Για την αποτύπωση σε 360° τοποθετήθηκε μια σφαίρα στο σημείο της γεωμετρίας που θα βρίσκεται ο θεατής κατά την εξομοίωση. Στη σφαίρα εισήχθηκε ένα material πλήρους ανάκλασης (reflection). Εκτελέστηκε bake του texture που ανακλάται στη σφαίρα από όλες τις πλευρές της.



Στο VVVV εφαρμόζεται η αντίθετη διαδικασία. Η πανοραμική εικόνα που αποσπάστηκε από το bake φορτώνεται σε μια σφαίρα που στην εξομοίωση περικλείει τον θεατή.

4. Κινούμενα Cubemaps

Αυτά τα αρχεία παρήχθησαν στο VVVV, σε ξεχωριστό πρόγραμμα από το κυρίως, για να αποτυπωθούν πιο απαιτητικά animation χωρίς να επιβαρυνθεί το κυρίως πρόγραμμα.

5. Ηχητικά περιβάλλοντα

Οι ήχοι κατά την προβολή είτε είναι προσαρμοσμένοι στους χαρακτήρες και στα animated cubemaps, είτε υπάρχουν ως περιβάλλον. Για τη μουσική που συνοδεύει του χαρακτήρες έχουν ηχογραφηθεί διάφορα όργανα: κιθάρα, πιάνο, κρουστά, drums, ηλεκτρικό μπάσο και φωνή. Οι ηχητικές επεξεργασίες έχουν γίνει κυρίως στο Ableton Live.

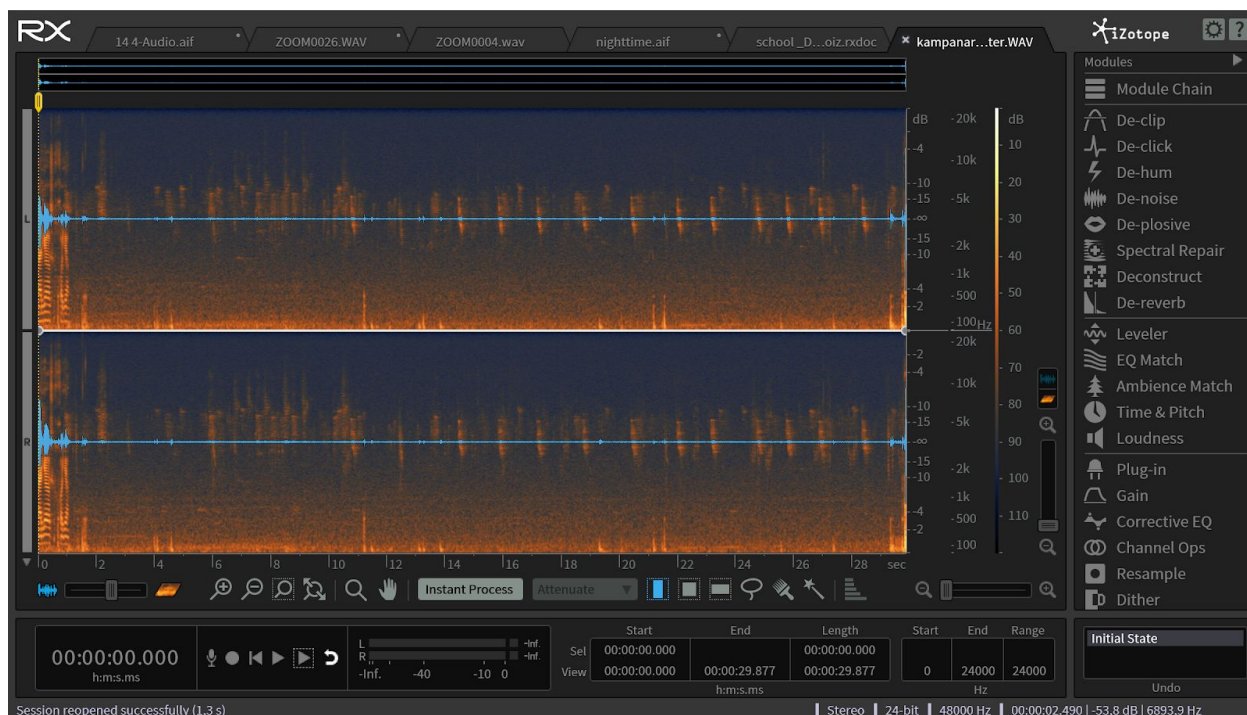
Για τις ηχογραφήσεις περιβάλλοντος χρησιμοποιήθηκε το ZOOM H1. Παρέχει διάφορα ζευγάρια πολικών διαγραμμάτων για stereo ή τετρακάναλη ηχογράφηση. Οι κάψες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάταξη XY, 4CH, και MS που έχει αρχίσει να καθιερώνεται σαν το γενικό πρωτόκολλο για 360 video.



Μια ευρεία παλέτα εφέ (VST plugins) έχει χρησιμοποιηθεί για τα σημαντικότερα των οποίων γίνεται αμέσως παρακάτω μια σύντομη αναφορά.

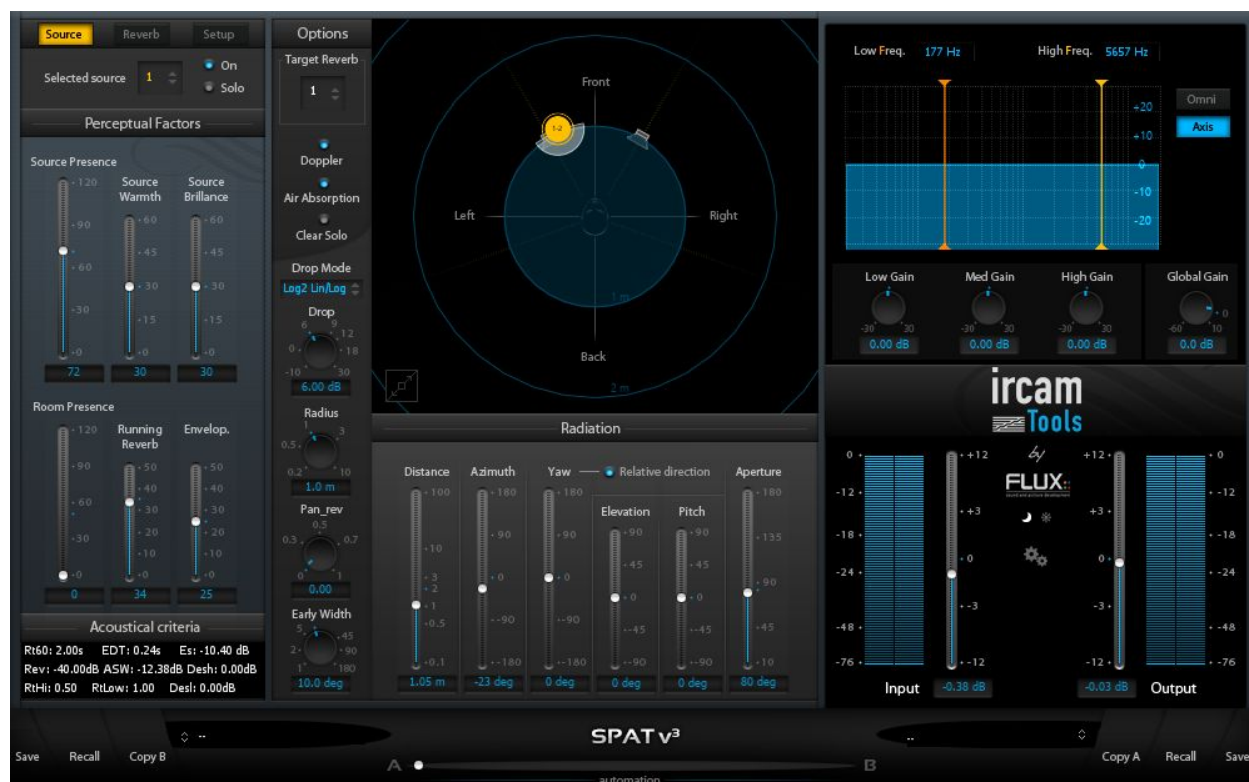
1. Για εργαλεία μίξης EQ, Compression, Gate κτλ. έχουν χρησιμοποιηθεί τα FabFilter plugins.
2. Για reverb έχουν χρησιμοποιηθεί αλγοριθμικά reverb plugins όπως το Vintage και το Room reverb. Για convolution reverb το Audio ease altiverb και το Waves IR1.
3. Επίσης το D16 Repeater delay και το resonator από την Ableton.

Επιπρόσθετα στη χρήση του Ableton Live για επεξεργασία ήχου, χρησιμοποιήθηκε το Isotope RX. Πρόκειται για ένα ανεξάρτητο εργαλείο (standalone) με κύρια λειτουργία το audio maintenance και restoration. Περιέχει κάποια εργαλεία όπως de-reverb και eq-matching που έχουν χρησιμοποιηθεί κυρίως όχι για διορθώσεις αλλά δημιουργικά, καθώς το αποτέλεσμα που δίνουν, εάν χρησιμοποιηθούν παράτυπα, έχει ιδιαίτερη ποιότητα.



Τιτβίσματα πουλιών στο σονογράφο του RX

Εξετάστηκαν πολλά διαφορετικά εργαλεία για να επιτευχθεί η binaural κωδικοποίηση. Σε αυτήν την εργασία η απαιτούμενη λειτουργικότητα (functionality) βρέθηκε στο Spat V3 από την Icam. Οι ήχοι πριν την έξοδο στα ακουστικά του χρήστη περνάνε από το spatV3. Αυτό λαμβάνει από το VVVV τη θέση του ήχου (για παράδειγμα από τους χαρακτήρες) και εκτελεί τη χωροτοποθέτηση αποκωδικοποιώντας στο binaural και προσθέτοντας το reverberation που έχει επεξεργαστεί διαφορετικά για κάθε σκηνή.



6 Το κράνος



Το κράνος είναι η συσκευή που μας επιτρέπει να μπαίνουμε στις αναμνήσεις των άλλων. Τέτοιες συσκευές κάνουν συχνά την εμφάνιση τους σε ταινίες επιστημονικής φαντασίας. Η αισθητική του κράνους δεν επεξεργάστηκε περαιτέρω παρά αφέθηκε να έχει εμφανή τα υλικά από τα οποία είναι φτιαγμένο.

Σαν συσκευή VR, συγκρινόμενη με αυτές του εμπορίου υστερεί σε ποιότητα όσον αφορά την τεχνολογία προβολής εικόνας. Παρέχει όμως τη δυνατότητα να συμπεριληφθούν τα χαρακτηριστικά που χρειάζονται για το συγκεκριμένο έργο: α) επιτρέπει στο θεατή την επαφή με το περιβάλλον χωρίς να τον αποκόπτει εντελώς και β) δίνεται η δυνατότητα τοποθέτησης κάμερας για την ανίχνευση της ριπής του οφθαλμού.

Οι αρχικές εκδόσεις ήταν με προβολή σε ημιπερατό ύφασμα, τεντωμένο κοίλο γύρω από το πρόσωπο. Το ημιπερατό ύφασμα επιτρέπει να τραβηχθεί η προσοχή του θεατή, είτε πάνω στο

ύφασμα είτε έξω στο περιβάλλον δωμάτιο φωτίζοντας το χώρο. Οι περιορισμοί του pico προβολέα σε ανάλυση, φωτεινότητα και ποικιλία φακών οδήγησαν στην αναζήτηση άλλου προβολικού υλικού.

Στην δεύτερη έκδοση (revision) του κράνους η οθόνη τοποθετήθηκε πιο κοντά στα μάτια, και ο προβολέας τοποθετήθηκε από την πίσω μεριά της οθόνης για να αποφευχθεί η παραμόρφωση που προκαλεί η προβολή εικόνας υπό γωνία.



Ερευνήθηκαν υλικά για back projection που απορροφούν τη γυαλάδα από το προβολέα.

Στην παρακάτω εικόνα αποτυπώνεται η τελική μορφή του κράνους. Γίνεται χρήση φακών μεγάλης μεγέθυνσης μπροστά στα μάτια, ο προβολέας είναι σε θέση πάνω από το κεφάλι

προβάλλοντας σε μικρή επιφάνεια προβολής για βελτιστοποιημένη ποιότητα εικόνας και φωτεινότητας.



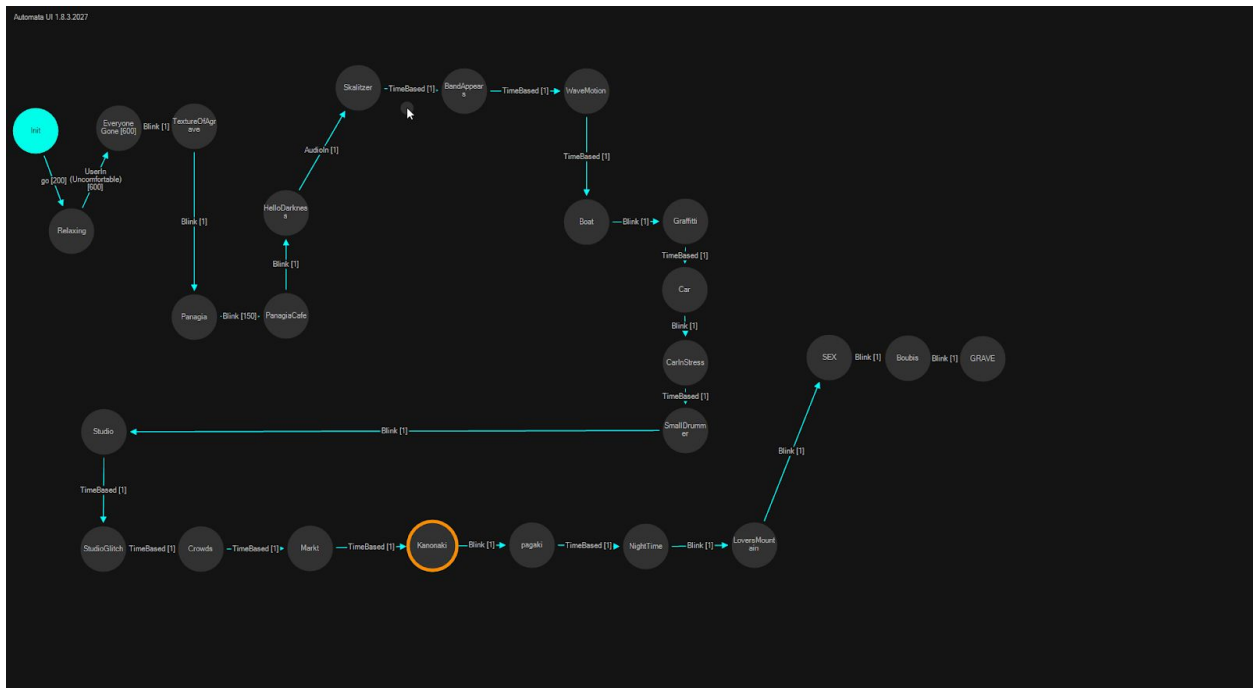
6.1.1 Headtracking

Ταυτόχρονα με την εξέλιξη του προβολικού κράνους ερευνήθηκαν διάφορες μέθοδοι για την ανίχνευση της περιστροφής και θέσης του κεφαλιού. Ανίχνευση με συνδυασμό kinect και color tracking, ανίχνευση με stereo κάμερες, χρήση κινητού για απόσπαση δεδομένων από τους αισθητήρες, το Wii και IMU σε συνδυασμό με arduino.

Η τελική λύση επήλθε με τη χρήση του PSMOVEService λογισμικού και την χρήση PSmove και δυο PSEYE καμερών. Το psmoveservice κάνοντας χρήση του psmove api επιτρέπει την επικοινωνία του psmove με PC. Παρέχει μια διεπαφή (interface) για την απόσπαση των δεδομένων του αισθητήρα του PSmove. Επιτρέπει calibration των PSeye στο χώρο και συνδυάζει όλα τα προηγούμενα ώστε να παράγει δεδομένα ροής (streaming) στο πρωτόκολλο του openVR που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο VVVV. Η διαδικασία αυτή ενώ απαιτεί πολύπλοκη συνδεσμολογία, μπορεί να παρέχει χωρίς προγραμματισμό καλή ποιότητα ανίχνευσης.

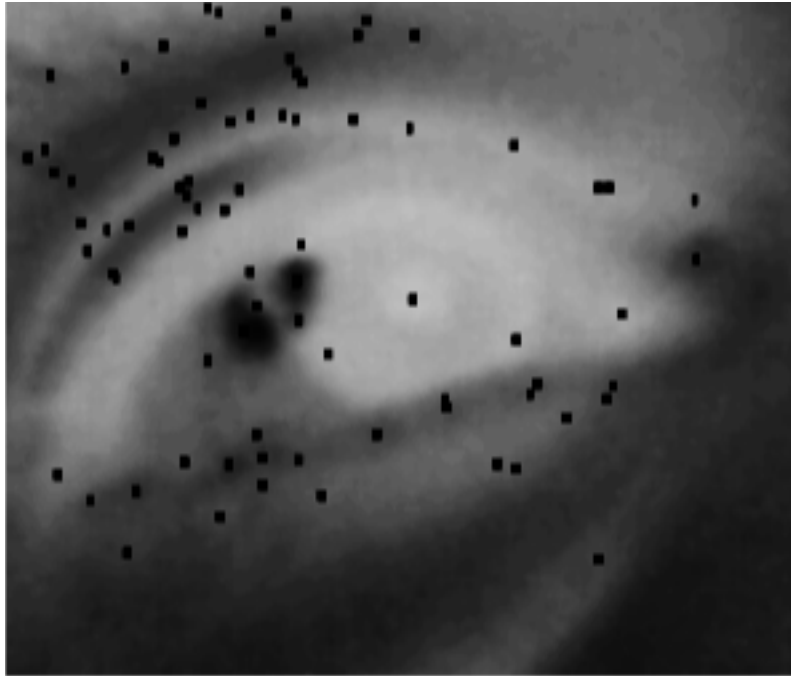
7 State Automata

Εδραιώθηκε ένας μηχανισμός ώστε η ιστορία να παρουσιάζεται στο θεατή ελαφρώς διαφορετική κάθε φορά. Τα κομβικά της σημεία παραμένουν τα ίδια. Οι παροδικές σκέψεις διαφέρουν από χρήστη σε χρήστη. Οι σκηνές αλλάζουν με κάποιο ερέθισμα. Συνήθως αυτό είναι το ανοιγόκλεισμα των ματιών . Για να ελεγχθεί η μεγάλη ποσότητα τις πληροφορίας, έχει χρησιμοποιηθεί ένα State Automata (Finite state machine). Το δέντρο της εξέλιξης ή της τυχειότητας μπορεί να εμπλακεί εκεί. Κάθε σκηνή που καλείται, λειτουργεί ανεξάρτητα και μπορεί να κληθεί εν ριπή οφθαλμού. Το στοιχείο της τυχειότητας δίνει στο σενάριο ένα generative και οργανικό τρόπο δόμησης.



8 Blink tracking

Για την ανίχνευση της ριπής του οφθαλμού έχει γίνει χρήση του ImagePack στο VVVV. Η κάμερα τοποθετείται πάνω στο κράνος και πολύ κοντά στο μάτι. Προσαρμόστηκε μια διάταξη υπέρυθρων LED και φίλτρου μη υπέρυθρου φωτός στη κάμερα για να απομονωθεί το περιβάλλον ανίχνευσης από το προβολικό και απο τα φώτα περιβάλλοντος. Χρησιμοποιήθηκε αλγόριθμος feature extraction με επιτυχία καθώς το ανοιχτό μάτι ανακλά το υπέρυθρο φως πολύ περισσότερο από το δέρμα.



Εικαστική προσέγγιση

Το installation προσπαθεί να μας οδηγήσει σε ένα συρμό σκέψεων. Ένα train of thought αν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την αγγλική έκφραση, όπου οι εκάστοτε σκηνές αποτελούν σταθμούς. Η μουσική αποτελεί το έναυσμα του συρμού των σκέψεων. Ο συρμός που μπορεί να δημιουργηθεί με μια μελωδία ως έναυσμα για παράδειγμα δε μπορεί παρά να είναι απολύτως διαφορετική από τον έναν άνθρωπο στον άλλον.

Η μουσική λειτουργεί σαν σημεία σταθμούς στην διαδικασία της σκεψης/ ιστορίας. Αναφέρονται στο συναισθηματικό κομμάτι που εμπλέκεται κατά το συρμό μιας σκέψης. Καθώς ο άνθρωπος σκέφτεται, καταλήγει σε κάποια σημεία να αφήνει τη ταξινόμηση των σκέψεων και περνάει σε μια συναισθηματική κατάσταση που προήλθε από την ανάκληση της μνήμης. Αυτό το ρόλο έχει η μουσική στο ξεδίπλωμα της ιστορίας.

Έχει γίνει επιλογή να δημιουργηθεί μουσική με παραδοσιακά όργανα στα περισσότερα σημεία και να γίνει επίκληση στο συναισθηματικό κομμάτι του εγκεφάλου του θεατή. Το ύφος

και τεχνικές ηλεκτρονικής μουσικής έχουν χρησιμοποιηθεί περισσότερο στην επεξεργασία ηχοτοπίων και ηχητικού σχεδιασμού.

Οι σκηνές

Το έργο αποτελείται απο πολλές σκηνές. Θα αναφερθούν εδώ συνοπτικά τρεις απο τις σημαντικότερες.

Skalitzer

Το τραγούδι αναφέρεται σε κάποιον που άργησε να φτάσει στον προορισμό του. Το περιβάλλον έχει δημιουργηθεί με photogrammetry στο Evangelische Kirchengemeinde Emmaus-Ölberg στην Lausitzer Platz στο Βερολίνο. Οι χαρακτήρες παίζουν ένα μουσικό όργανο ο καθένας, αλλά η θέση τους μεταβάλλεται συνεχώς μεσα στο χώρο. Υπάρχει ένας παραλληλισμός των μουσικών που μετακινούνται, αλλάζοντας την ποιότητα του κομματιού με την ανικανότητα λήψης μίας απόφασης ή ικανότητας αποδοχής μιας κατάστασης.

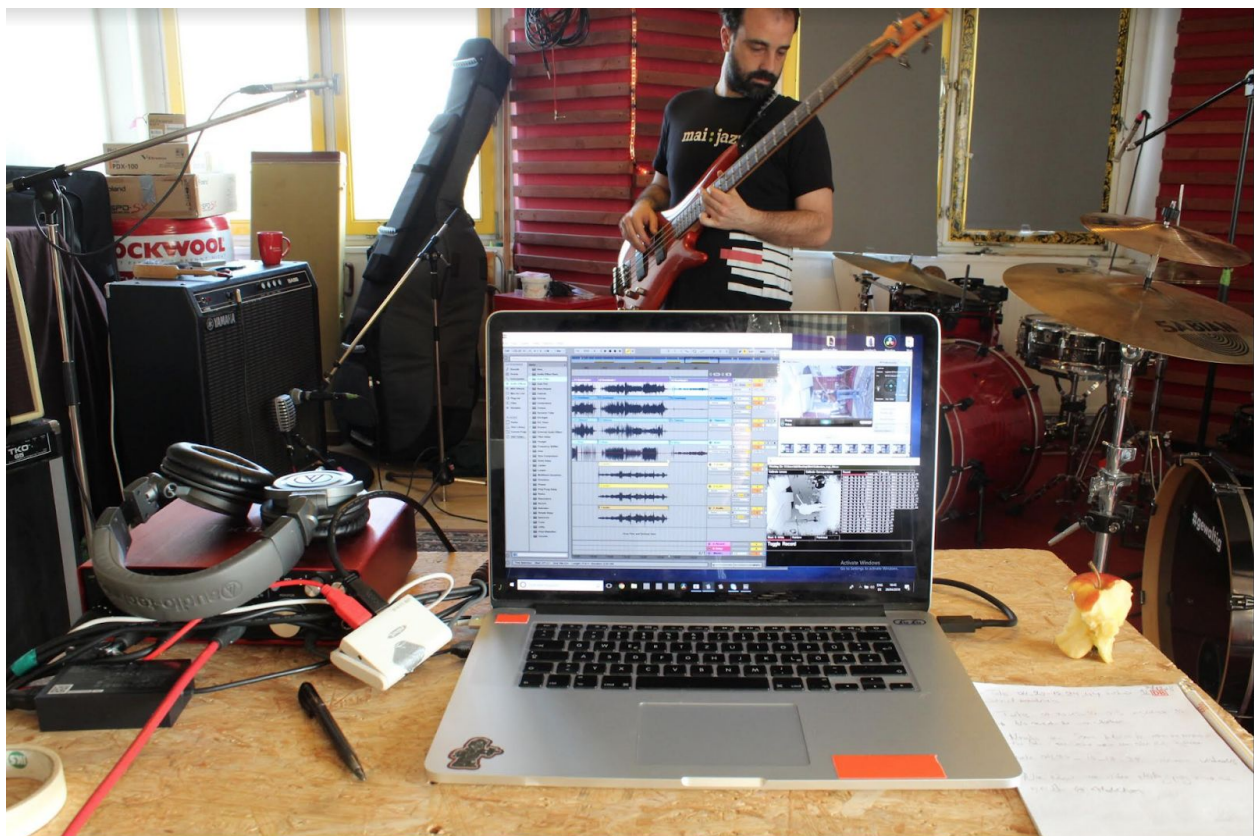


Gone for a year

Αυτή η σκηνή συμπεριλαμβάνει ένα κομμάτι με κορεάτικους στίχους. Η μελωδία έχει δημιουργηθεί ανιχνεύοντας τις τονικές αλλαγές της φωνής και μετά μέσω προγράμματος τύπου Autotune το κούρδισμά τους στη minore κλίμακα. Η σκηνή πραγματεύεται τη σχέση αυτού που δεν είναι κατανοητό (η κορεάτικη γλώσσα) και πως αυτό μπορεί να έχει νόημα σε βαθύτερο επίπεδο (η μουσική)

Metal

Ο γράφων πέρασε μεγάλο μέρος της εφηβικής του ηλικίας παίζοντας μέταλ μουσική. Εδώ οι χαρακτήρες μπαίνουν και βγαίνουν από τη γραμμικότητα της μουσικής σε σχέση με το χρόνο.



Συμπεράσματα

“You are right,” Nietzsche replied, “our writing equipment takes part in the forming of our thoughts.”⁴⁵

Η αρχική πρόταση της εργασίας αφορούσε σε γενικές γραμμές την περιγραφή χώρου με ηχητική πληροφορία. Ερευνώντας το συναισθητικό και εικαστικό αποτέλεσμα μιας τέτοιας μετάφρασης, επεκτάθηκε το πεδίο δράσης σε περισσότερες εκφραστικές μεθόδους. Το περιβάλλον του VR όντας ακόμα στα αρχικά του στάδια, βρέθηκε να παρέχει έναν ενδιαφέροντα τομέα όπου τα μέσα έκφρασης μπορούν να ορισθούν εκ νέου. Εδραιώθηκαν μεθοδολογίες και ερευνήθηκαν με περισσότερο τεχνικό βάθος διάφορα εργαλεία.

Δημιουργήθηκε νέα σχέση με την φωτογραφία και έγινε επανεξέταση του μέσου για τις ανάγκες του έργου και πως μέσω αυτής μπορεί να περιγράφει η αρχιτεκτονική, η αναζήτηση χώρων, με το απαραίτητο συναισθηματικό στοιχείο, η προσοχή στη λεπτομέρεια και η σημασία της καλύτερης φωτιστικά στιγμής για την λήψη. Επίσης, εξετάστηκε η εύρεση μορφής και σημασίας σε άλλα αντικείμενα που μπορούν να φωτογραφηθούν, ανεξαρτήτως μεγέθους.

Έγινε εμβάθυνση σε σχέση με τη μουσική σύνθεση στο περιβάλλον του έργου, που μπορεί να ερμηνευθεί και ως ένα ιδιότυπο musical. Η σύνθεση μουσικής με επίκεντρο στην αφήγηση και στην εξυπηρέτηση της κάθε σκηνής. Έγινε εμβάθυνση στο φαινόμενο της αντήχησης και τη σημασία του ως εκφραστικού μέσου.

Ερευνήθηκαν σε βάθος τεχνικές για το color correction με χρήση σχετικά νέων εργαλείων όπως το snapseed και το Davinci. Εμβάθυνση στον κώδικα HLSL στο VVVV και στη δημιουργία αλγόριθμων απεικόνισης μεγάλου μεγέθους, τρισδιάστατων μοντέλων και γραφικών γενικότερα.

Εξομοιώθηκαν πολλοί χώροι οπτικά και ηχητικά θέτοντας μια διαφορετική επικοινωνία με το στοιχείο της αρχιτεκτονικής και τον ήχο μέσα σε αυτήν. Κινηματογραφήθηκαν πολλές

⁴⁵ <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2008/07/is-google-making-us-stupid/306868/>

σκηνές και έγινε επεξεργασία σε πολλές πρακτικές που εσωκλείονται , συγγραφή πρόζας, υποκριτική, σκηνοθεσία κτλ.

Συνολικά η εργασία εξελίχτηκε σε μεγαλύτερη συνολικά παραγωγή από την αρχικά προβλεπόμενη. Παρόλα αυτά έχει τεθεί κάποιο πλαίσιο γύρω από το οποίο μπορεί κάποιος η κάποια ομάδα να δημιουργήσει, δίνοντας έμφαση στο αποτέλεσμα. Με την εικονική και επαύξημένη πραγματικότητα να είναι σε περίοδο ραγδαίας ανάπτυξης είναι αναμενόμενο πως πολλά έργα παρόμοιας λογικής θα δημιουργηθούν.

Καθώς τα μέσα όμως θα αλλάζουν με την βελτίωση της τεχνολογίας, θα αλλάζει και το εκφραστικό μέσο. Ο Marshall McLuhan Έχει παρατηρήσει από το 1960 πως τα μέσα δεν είναι απλά παθητικά κανάλια πληροφορίας αλλά διαμορφώνουν ενεργά τη διαδικασία τις σκέψης. Στη σημερινή εποχή μπορεί ένας δημιουργός να υλοποιεί τα μέσα, παράλληλα με το περιεχόμενο του έργου.

Προτάσεις για επιπλέον ανάπτυξη

Σε μια επέκταση των παραπάνω, το έργο είχε περιθώρια βελτίωσης σε όλες τις εκφάνσεις του:

Το τεχνικό με καλύτερη ανίχνευση του κεφαλιού, καλύτερη και γρηγορότερη τεχνολογία προβολής και πιο άνετη για φόρεση συσκευή. Το εικαστικό θα ήταν επιθυμητό να έχει πιο ενιαίο εικαστικό στυλ και ξεκάθαρη καλλιτεχνική διέυθυνση. Από την άποψη της μουσικής μπορούσε να δοθεί μεγαλύτερη βαρύτητα στη σύνθεση το στοιχείο της χωροτοποθέτησης.

Αλλά το πιο σημαντικό είναι η σε βάθος εκμετάλλευση των δυνατοτήτων που παρέχει το μέσο. Κάποιες σκέψεις που δεν υλοποιήθηκαν σε περιεχόμενο ήταν το παιχνίδι με διαφορετικές τάξεις μεγεθών, διαφορετικές μεταβάσεις από σκηνή σε σκηνή, μεγαλύτερη βαρύτητα και συμμετοχή του περιβάλλοντα χώρου στην εγκατάσταση.

Γενικά το immersion μπορεί να εξυπηρετήσει πολλές εκφάνσεις της καθημερινής ζωής και υπάρχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον από τον γράφων να εξερευνήσει με βάση αυτό πέρα από το αφηγηματικό και δραματικό τα πεδία του ντοκιμαντέρ και της εκπαίδευσης.

Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

Στάθη, Ε. 1999. *Χώρος και χρόνος στον κινηματογράφο του Θόδωρου Αγγελόπουλου*, Αθήνα: Αιγόκερως.

Kracauer, S. 1983. *Η θεωρία του κινηματογράφου, η απελευθέρωση της φυσικής πραγματικότητας*, Αθήνα: Κάλβος.

Mcquail D. 2002. *Η θεωρία της Μαζικής Επικοινωνίας για τον 21ο αιώνα*, Αθήνα: Καστανιώτη.

Ξένη Βιβλιογραφία

Atrens, D. 2006. Black dogs, molecules and madness. *Quadrant* 50 (9): 25-29.

Akenine-Moller, T., Haines E., Hoffman N. 2008. *Introduction to Real-Time Rendering*. 2nd ed. Natick, MA: A K Peters Ltd.

Ballard, H. D., Christopher M.B. 1982. *Computer Vision*. Englewood Cliffs, N.J: Prentice-Hall Inc.

Bishop, C. 2005. *Installation Art: A critical History*, New York: Tate Publishing Routledge.

Corkill, T. 2005. Sourcing stone from the Sydney region: A hatchet job. *Australian Archaeology*, no. 60:41-50.

Duda, R.O., Avendano C., and Algazi V. R. 1999. An Adaptable Ellipsoidal Head Model for the Interaural Time Differences. *1999 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing*:1.

Fuhr, B. 2009. *The creation Process in Digital Art. Handbook of Multimedia for Digital Entertainment & Arts*. New York:Springer Science and Business Media.

- Hall A., The origin and purposes of blinking. 1945. *British Journal of Ophthalmology* 29 (9): 445–467.
- Hammershøi D., and Møller H. 2002. Methods for Binaural Recording and Reproduction. *Acta Acustica United with Acustica* (88): 303.
- Jariwala J. Hiral , Syed S. Huma, Pandya J. Minarva, Gajera M. Yogesh. 2017. Noise Pollution & Human Health: A Review. *Noise and Air Pollution: Challenges and Opportunities*: 2.
- Krumhansl L. C. 2000. Rhythm and Pitch in Music Cognition. *Psychological Bulletin by the American Psychological Association Inc*, (126), no. 1: 159-171.
- Levitin, J. D. 2008. *This Is Your Brain On Music: Understanding a Human Obsession*. London: Atlantic Books.
- Malham G., M. 1995. 3-D Sound Spatialization using Ambisonic Techniques. *Computer Music Journal* (19), No. 4 : 60.
- Milgram P., Takemura H., Utsumi A., Kishiro F. 1994. Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum. *Telemanipulator and Telepresence Technologies SPIE* (2351) http://etclab.mie.utoronto.ca/people/paul_dir/SPIE94/SPIE94.full.html
- Morse, M. 1990. Video Installation Art: The Body, the Image and the Space-in-Between, New York: Aperture.
- Murch, W. 1992. *In the Blink of an Eye. A Perspective on Film Editing* 2nd ed. Los Angeles: Silman-James Press.
- Nakano T, Kato M, Morito Y, Itoi S, Kitazawa S. 2013. Blink-related momentary activation of the default mode network while viewing videos. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 110 (2):702.
- Nakano T, Kitazawa S. 2010. Eyeblink entrainment at breakpoints of speech. *Experimental Brain Research* 205(4): 579–581.

- Nakano T, Yamamoto Y, Kitajo K, Takahashi T, Kitazawa S. 2009. Synchronization of spontaneous eyeblinks while viewing video stories. *Proceedings of the Royal Society of Biological Sciences* 276(1673): 3644.
- Nechvatal, J. 2009. *Immersive Ideals/ Critical Distances*. Newport, U.K.: Lamper Academic Publishing.
- Papas, C.H. 1965. *Theory of Electromagnetic Wave Propagation*. New York: McGraw-Hill.
- Picinali, L. 2010. The Creation of a Binaural Spatialization Tool. PhD thesis, De Montfort University : 27-29.
- Popper, F. 2007. *From Technological to Virtual Art*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Rose, F. 2011. *The Art of Immersion: How the Digital Generation is remaking Hollywood, Madison Avenue and the way we tell stories*. New York: W.W.Norton & Company.
- Seddon N., and Bearpark T. 2003. Observation of the Inverse Doppler Effect. *Science* 302: 1537.
- Tag B., Shimizu J., Zhang C., Kunze K., Ohta N., and Sugiura K. 2016. In the Eye of the Beholder: The Impact of FrameRate on Human Eye Blink. *2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* : 2325-2327.
- Yu S., Hu J. 2004. Controller Design for Active Noise Cancellation Headphones Using Experimental Raw Data. *IEEE/ASME transactions on Mechatronics* (6), no.4: 483.
- Zadbood A., Chen J., Leong Y.C., Norman K.A. and Hasson U. 2017. How We Transmit Memories to Other Brains: Constructing Shared Neural Representations Via Communication. *Cerebral Cortex* (27), no.10: 4988-4990.

Ιστογραφία

Drew, J. 2010. Reconstructing the Philips Pavilion, ANABlog.
<http://www.analogartsensemble.net/2010/01/electronic-music-foundation-presented.html>

Jhanwar, D. 2016. Noise Pollution: A Review. Journal of Environment Pollution and Human Health (4), no.3: 72-77
<http://pubs.sciepub.com/jephh/4/3/3/index.html>

Makopa K., Agoub M., Ahami A. 2014. Noise Effects on Mental Health: a review of literature.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25590550>

Moran, Kelly, What is installation art? education and community programmes, (IMMA Irish Museum of Modern Art), 4-6.
http://www.imma.ie/en/downloads/what_is_installationbooklet.pdf

Zadbood, A., Chen, J., Leong, Y.C., Norman K.A., Hasson, U. 2017. How We Transmit Memories to Other Brains: Constructing Shared Neural Representations Via Communication. Cerebral Cortex, Volume 27, Issue 10:4988–5000
<https://academic.oup.com/cercor/article/27/10/4988/4080827>

Art & Science of 3D Scan by Photogrammetry, behance.net
<https://vimeo.com/96186101>

Boddington, R. 2017. Claire Hentschker: the artist who recreated The Shining as an interactive 3D space
<https://www.itsnicethat.com/articles/claire-hentschker-art-digital-211117>
<http://cl.indiana.edu/~md7/13/545/slides/02-fsa/02-fsa.pdf>

Eugene Atget, moma.org
<https://www.moma.org/artists/229>

Josef Sudek, sudekbooks.com
<http://www.sudekbooks.com/book.php?pk=602>

Josef Sudek: A Photographer who devoted his life to photography

<http://www.christies.com/features/Josef-Sudek-the-Czech-photographer-who-devoted-his-life-to-beauty-7786-3.aspx>

Oddviz uses photogrammetry to replicate a turkish orphanage in an interactive 3D model, designboom.com

<https://www.designboom.com/art/oddviz-el-orfelinato-photogrammetry-contextures-series-10-06-2017/>

2013. Regular Expressions and Finite-State Automata

<http://cl.indiana.edu/~md7/13/545/slides/02-fsa/02-fsa.pdf>

State Automata

https://classic.csunplugged.org/wp-content/uploads/2014/12/unplugged-11-finite_state_automata_greek.pdf

Speech Intelligibility, acoustics engineering.com

<https://www.acoustics-engineering.com/html/speechintelligibility.html>

Underwater sound pollution and jellyfish communication. An interview with Robertina Šebjanič

<http://we-make-money-not-art.com/underwater-sound-pollution-and-jellyfish-communication-an-interview-with-robertina-sebjanic/>

<http://cl.indiana.edu/~md7/13/545/slides/02-fsa/02-fsa.pdf>

<https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2008/07/is-google-making-us-stupid/306868/>

https://classic.csunplugged.org/wp-content/uploads/2014/12/unplugged-11-finite_state_automata_greek.pdf

<https://cloudsdocumentary.com/#info>

<https://www.digi-capital.com/news/2018/04/ar-vr-startups-raise-record-3-6-billion-in-last-12-mo>

[nths-as-market-transition-accelerates#.WwffSFOFNE4](#)

<https://blogs.nvidia.com/blog/2016/01/22/giant-vr-experience-sundance-new-frontier/>

<http://grindgis.com/blog/basics-photogrammetry#1.1>

<https://learnopengl.com/Advanced-OpenGL/Cubemaps>

<http://www.lufrum.com/free-field-recordings/>

http://freemusicarchive.org/genre/Field_Recordings/

<https://www.smithsonianmag.com/innovation/crazy-land-art-deflects-noise-from-amsterdams-air-port-180955398/>

<https://www.nts.live/editorial/british-library-sound-archive-underwater>