

ΕΘΝΙΚΟΝ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟΝ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΝ ΑΘΗΝΩΝ



ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ & ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ & ΜΕΣΩΝ ΜΑΖΙΚΗΣ
ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ «ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΚΑΙ
ΤΑ ΜΕΣΑ ΜΑΖΙΚΗΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ»

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΨΗΦΙΑΚΑ ΜΕΣΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ
ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ

**Διερεύνηση της εφαρμογής συστημάτων επαυξημένης
πραγματικότητας στο θέατρο**

Κούρτης Βασίλειος
(Α.Μ. 99832015 35061)

*Διπλωματική εργασία που κατατίθεται ως μέρος των απαιτήσεων του
Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Επικοινωνία και τα Μέσα
Μαζικής Ενημέρωσης*

Επιβλέπων Καθηγητής:
Χαρίτος Δημήτριος

Επιτελική σύνοψη

Το θέατρο, από τη γέννησή του μέχρι και σήμερα, αξιοποιεί την τεχνολογία, άλλοτε απλώς ως μέρος τη σκηνογραφίας και άλλοτε ως κύριο συστατικό μίας πολυμεσικής θεατρικής εμπειρίας. Ένα νέο είδος πειραματικού θεάτρου που εμφανίστηκε την τελευταία δεκαετία είναι αυτό που αναφέρεται ως θέατρο μεικτής πραγματικότητας και στο οποίο γίνεται χρήση των πρόσφατων τεχνολογιών εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας προκειμένου να δημιουργηθούν θεατρικές εμπειρίες που θολώνουν τα όρια μεταξύ πραγματικού και φανταστικού κόσμου. Παρόλο που οι εν λόγω τεχνολογίες υπάρχουν εδώ και δεκαετίες, δεν ήταν έτοιμες μέχρι πρόσφατα να αξιοποιηθούν στο χώρο του θεάτρου. Συγκεκριμένα, η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας, αναμένεται να φτάσει σε ένα ιδανικό σημείο εμπορευσιμότητας και αξιοποίησης σε οποιοδήποτε πεδίο, στα επόμενα χρόνια, πράγμα που την κάνει ιδανική για πειραματισμό και ανάπτυξη νέων τρόπων αξιοποίησής της για το άμεσο μέλλον. Σε αυτή την εργασία μελετάται η ιστορία της αξιοποίησης νέων τεχνολογιών στις παραστατικές τέχνες, αξιολογείται η εφαρμοσιμότητα των συστημάτων επαυξημένης πραγματικότητας στο χώρο του θεάτρου, και τέλος, προτείνεται η σχεδίαση ενός συστήματος υποστήριξης για την παραγωγή και την εκτέλεση παραστάσεων που αξιοποιούν τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας.

Πίνακας περιεχομένων

Κατάλογος εικόνων.....	iv
Κατάλογος σχημάτων.....	viii
1. Εισαγωγή	1
2. Η τεχνολογία στο Θέατρο.....	3
2.1 Αναλογική τεχνολογία.....	3
2.1.1 Μηχανικές κατασκευές.....	4
2.1.2 Αξιοποίηση του φωτός.....	8
2.1.3 Εκμετάλλευση του ηλεκτρισμού.....	11
2.2 Η επιρροή του φουτουρισμού.....	12
2.3 Πολυμεσικό θέατρο (1919-1960).....	13
2.4 1960 – 1990: Video Art και Ηλεκτρονική.....	16
2.4.1 Η έκρηξη του Video Art.....	16
2.4.2 Ηλεκτρονική μηχανική και διεπιστημονικότητα.....	18
2.4.3 Νέοι τύποι πολυμεσικού θεάτρου.....	20
2.5 Ψηφιακή εποχή	21
2.6 Επισκόπηση κεφαλαίου	24
3. Επαυξημένη Πραγματικότητα	26
3.1 Ορισμός και ταξινόμηση	27
3.1.1 Ο φυσικός κόσμος ως διεπαφή χρήστη.....	28
3.1.2 Μεικτή και διαμεσολαβημένη πραγματικότητα	30
3.1.3 Η Επαυξημένη Πραγματικότητα ως μέρος του «Μετασύμπαντος».....	33
3.2 Ιστορική Αναδρομή.....	35
3.3 Επισκόπηση κεφαλαίου	42
4. Τεχνολογία Επαυξημένης Πραγματικότητας	44
4.1 Τεχνικές ανίχνευσης.....	44
4.1.1 Μαγνητικοί ανιχνευτές.....	44
4.1.2 Οπτικοί ανιχνευτές.....	45
4.1.3 Ανιχνευτές τρισδιάστατων δομών.....	49
4.1.4 Ανίχνευση με αδρανειακούς αισθητήρες.....	50

4.1.5	Ανίχνευση με σύστημα γεωεντοπισμού (GPS)	50
4.1.6	Υβριδικά συστήματα ανίχνευσης.....	51
4.2	Τεχνολογίες απεικόνισης	54
4.2.1	Προβολές που βασίζονται σε οθόνες	55
4.2.2	«See-through» συσκευές απεικόνισης	56
4.2.3	Πολύ-αισθητηριακές συσκευές	59
4.3	Επισκόπηση κεφαλαίου	60
5.	Η μεικτή πραγματικότητα στις παραστατικές τέχνες.....	62
5.1	Παραστάσεις επαυξημένης πραγματικότητας	62
5.2	Παραστάσεις μεικτής πραγματικότητας	65
5.3	Σκηνοθεσία για πολλαπλούς κόσμους	66
5.3.1	(Τηλε)παρουσία στο θέατρο μεικτής πραγματικότητας.....	67
5.3.2	Κίνηση μεταξύ κόσμων	69
5.4	Η διάδραση στις εμπειρίες μεικτής πραγματικότητας	72
5.4.1	Η διάδραση ως στοιχείο της παράστασης.....	72
5.4.2	Η διάδραση ως επιλογή των συμμετεχόντων.....	75
5.4.3	Περιορισμοί στη διάδραση	77
5.5	Η θέση της τεχνολογίας στη δημιουργική διαδικασία	78
5.5.1	Διεπιστημονικότητα στο θέατρο μεικτής πραγματικότητας	79
5.5.2	Δημιουργική διαδικασία και μεθοδολογία σχεδιασμού	80
5.5.3	Η ανάγκη για τεχνολογικά εργαλεία υποστήριξης παραστάσεων	83
5.6	Επισκόπηση κεφαλαίου	85
6.	Διερεύνηση της περίπτωσης χρήσης συστημάτων επαυξημένης πραγματικότητας στο θέατρο	87
6.1	Προετοιμασία της έρευνας.....	87
6.2	Εκτέλεση της συνέντευξης.....	89
6.3	Αποτελέσματα	89
6.3.1	Η πολυπλοκότητα της δημιουργικής διαδικασίας	90
6.3.2	Η χρήση τεχνολογικών μέσων στην Ελλάδα	92
6.3.3	Τα τεχνολογικά μέσα ως μέρος της δημιουργικής διαδικασίας	93
6.3.4	Η εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας στο θέατρο	94
6.4	Επισκόπηση κεφαλαίου	96

7.	Πρόταση συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας για το θέατρο.....	98
7.1	Γυαλιά Επαυξημένης Πραγματικότητας	98
7.1.1	Η περίπτωση του Google Glass	99
7.1.2	Η νέα γενιά: γυαλιά μεικτής πραγματικότητας	100
7.1.3	Τα πλεονεκτήματα της χρήσης των γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας στο θέατρο	108
7.2	Σχεδίαση συστήματος	110
7.2.1	Προδιαγραφές.....	110
7.2.2	Σχεδίαση συστήματος και υποσυστημάτων	111
7.2.3	Εγκατάσταση και χρήση	112
7.3	Επισκόπηση κεφαλαίου	116
8.	Συμπεράσματα.....	117
8.1	Επισκόπηση εργασίας	117
8.2	Συμπεράσματα – Σκέψεις – Προβληματισμοί.....	118
8.3	Μελλοντική εργασία	119
8.4	Επίλογος	120
	Βιβλιογραφικές παραπομπές	121
	Παράρτημα Α: Συνέντευξη με ειδικούς	127
	Ερωτηματολόγιο	127
	Φόρμα συναίνεσης	130

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Περίακτος - Τριγωνική κατασκευή που βοηθά στη γρήγορη αλλαγή σκηνικών [πηγή: https://theatrehistoryonline.wordpress.com/greek-2/greek-slides/periaktos-2/].....	5
Εικόνα 2: Ανακατασκευή της <i>Μηχανής</i> σε τρισδιάστατο εικονικό περιβάλλον (Χόνδρος, 2013)	6
Εικόνα 3: Λειτουργία της ψευδαίσθησης Pepper’s Ghost. Αναπαραγωγή από Adolphe Ganot, Natural Philosophy for General Readers and Young Persons, trans. and ed. E. Atkinson (New York: D. Appleton & Co., 1887), 438. Courtesy of the Ohio State University Rare Books and Manuscripts Collection (Kattelman, 2013, σ 201)	9
Εικόνα 4: Prune Flat (1965). Ζωντανοί performers πάνω στη σκηνή καθώς προεγγεγραμμένες φιγούρες των ίδιων προβάλλονται πάνω τους σε συγχρονισμό με την κίνησή τους. (Dixon, 2007, σ 92)	18
Εικόνα 5: Desert Rain. Ο ηθοποιός περνάει μέσα από την κουρτίνα-οθόνη κινούμενος προς τη συμμετέχουσα (Koleva κ.ά., 2001)	22
Εικόνα 6: Η Susan Broadhurst μοιράζεται τη σκηνή με τον Jeremiah, έναν εικονικό χαρακτήρα με τεχνητή νοημοσύνη (Broadhurst, 2002)	23
Εικόνα 7: APPARITION. Klaus Obermaier και Ars Electronica Futurelab. [πηγή: http://www.exile.at]	24
Εικόνα 8: Pokémon GO. Ένα Pokémon εμφανίζεται να στέκεται πάνω στο δρόμο, μέσα από την οθόνη το κινητού [πηγή: https://www.shutterstock.com/image-photo/penang-malaysia-august-13-2016-man-568034230]	27
Εικόνα 9: NaviCam. Αξιοποίηση χρωματιστών συμβόλων (τύπου barcode) για την εμφάνιση πληροφοριών σχετικά με ένα έργο τέχνης (Jun Rekimoto & Nagao, 1995)	29
Εικόνα 10: Σύγκριση τύπων EAM (Jun Rekimoto & Nagao, 1995)	30
Εικόνα 11: Reality-Virtuality Continuum (P Milgram κ.ά., 1994)	31
Εικόνα 12: Το μοντέλο της Διαμεσολαβημένης Πραγματικότητας (Mann, 2002)	33
Εικόνα 13: Η Επαυξημένη Πραγματικότητα μέσα στο Μετασύμπαν (Smart κ.ά., 2007)	35
Εικόνα 14: Το πρωτότυπο σύστημα ΕΠ του Ivan Sutherland (Sutherland, 1968)	36

Εικόνα 15: Το <i>Super Cockpit</i> της αμερικάνικης πολεμικής αεροπορίας (Furness, 1986) (α) Πιλότος που φοράει το κράνος – HMD (αριστερά) και (β) σχέδιο της σκηνής όπως φαίνεται μέσα από το κράνος (δεξιά)	37
Εικόνα 16: A touring machine (S. Feiner κ.ά., 1997)	38
Εικόνα 17: Σύγκριση του αριθμού αναζητήσεων στο Google για τους όρους "Virtual Reality" (μπλε) και "Augmented Reality" (κόκκινο) από το 2004 έως και σήμερα [πηγή: https://trends.google.com]	40
Εικόνα 18: Gartner's Hyper Cycle for Emerging Technologies 2016 [πηγή: http://www.gartner.com/newsroom/id/3412017]	42
Εικόνα 19: Σχέδιο χρήσης ενός inside-looking out συστήματος ανίχνευσης με αισθητήρες υπερύθρων (αριστερά). Γραμμή με λάμπες τύπου LED τοποθετημένες στην οροφή (μέση) και κάμερα ανίχνευσης (δεξιά) (Welch κ.ά., 1999)	46
Εικόνα 20: Δείκτες αναφοράς σε μορφή έγχρωμων αυτοκόλλητων σχημάτων (αριστερά), Δείκτες αναφοράς σε μορφή multi-ring (δεξιά). (Youngkwan Cho, Jun Park, & Neumann, 1997)	47
Εικόνα 21: Δείκτης αναφοράς ARToolKit	47
Εικόνα 22: KinectFusion. Από αριστερά προς τα δεξιά: Τυπική εικόνα RGB, 3D πλέγμα κατασκευασμένο από την απλή εικόνα, ανακατασκευασμένο μοντέλο του περιβάλλοντος, εφαρμογή ΕΠ με εικονικές μπάλες να συγκρούονται με πραγματικά αντικείμενα, αλληλεπίδραση με χρήση των χεριών. (Izadi κ.ά., 2011)	49
Εικόνα 23: Αρχιτεκτονική υβριδικού συστήματος ανίχνευσης (αριστερά) και σφάλματα ανίχνευσης (δεξιά) (You κ.ά., 1999)	52
Εικόνα 24: ARCore. Ένας εικονικός τρισδιάστατος χαρακτήρας εμφανίζεται να στέκεται ανάμεσα σε πραγματικούς ανθρώπους, μέσα από την οθόνη μίας έξυπνης κινητής συσκευής. [πηγή: https://www.androidcentral.com/google-arcore]	53
Εικόνα 25: Επαυξημένη πραγματικότητα βασιζόμενη σε οθόνη [πηγή: http://www.conversemarketing.com/our-work/caterpillar-global-mining-3.html]	55
Εικόνα 26: Heads Up Display σε στρατιωτικό αεροσκάφος (πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Head-up_display)	57

Εικόνα 27: Optical see-through HMD [πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Head-mounted_display]	58
Εικόνα 28: Video see-through HMD που βασίζεται σε έξυπνη κινητή συσκευή [πηγή: https://flic.kr/p/FCExxR]	58
Εικόνα 29: Pokémon Go. Εφαρμογή ΕΠ για handheld see-through συσκευές. [πηγή: http://www.augment.com/]	59
Εικόνα 30: Meta cookie – οσφρητική και γευστική επαύξηση (Narumi κ.ά., 2011)	60
Εικόνα 31: Everyman: The Ultimate Commodity (Jernigan κ.ά., 2009)	63
Εικόνα 32: The Operature. Χρήστη tablet για την εμφάνιση ψηφιακού περιεχομένου πάνω στο σώμα το ηθοποιού, με αξιοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας. (Morrisey, 2014)	64
Εικόνα 33: Χρήστη γυαλιών ΕΠ κατά την προετοιμασία μιας παράστασης (Broll, Grünvogel, κ.ά., 2004)	65
Εικόνα 34: The Cube (2016). Τα εικονικά αντικείμενα αποκτούν υπόσταση χάρη στο συγχρονισμό με το πραγματικό περιβάλλον μέσω του ηθοποιού. (Weijdom, 2017, σ 55)	70
Εικόνα 35: To Be With Hamlet. Οπτική ενός θεατή που φοράει κάσκα εικονικής πραγματικότητας. Οι μπλε φιγούρες είναι avatars άλλων θεατών που παρακολουθούν ταυτόχρονα την παράσταση	73
Εικόνα 36: Η διάταξη της σκηνής για την παράσταση AR'istophanes (Kastel κ.ά., 2013)	76
Εικόνα 37: Παράδειγμα χρήσης του Google Glass σε ιατρική εφαρμογή (Steven Levy, 2017)	100
Εικόνα 38: Στιγμιότυπο από βίντεο προώθησης των γυαλιών Magic Leap [πηγή: https://www.magiclear.com]	102
Εικόνα 39: Γυαλιά μεικτής πραγματικότητας. Microsoft HoloLens (αριστερά) και Meta 2 (δεξιά).....	103
Εικόνα 40: Παράδειγμα χαρτογράφησης περιβάλλοντος HoloLens [πηγή: https://developer.microsoft.com]	104
Εικόνα 41: Το πρόβλημα του μικρού οπτικού πεδίο στο HoloLens [πηγή: https://hololens.reality.news]	105

Εικόνα 42: Διάδραση με το ψηφιακό περιεχόμενο στα γυαλιά Meta 2 [πηγή:

tomshardware.com]..... 106

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Προβλήματα που προκύπτουν από τον μέχρι τώρα τρόπο συνδυασμού καλλιτεχνικής θεατρικής διαδικασίας και της διαδικασίας ανάπτυξης τεχνολογίας (Weijdom, 2017, σ 17)	82
Σχήμα 2: Πρόταση συνδυασμού της καλλιτεχνικής θεατρικής διαδικασίας και διαδικασίας ανάπτυξης τεχνολογίας βασισμένες σε έναν κοινό μηχανισμό ελέγχου και ανατροφοδότησης (Weijdom, 2017, σ 18)	82
Σχήμα 3: Σχηματική απεικόνιση της δημιουργικής διαδικασίας στο θέατρο	91
Σχήμα 4: Αρχιτεκτονική συστήματος υποστήριξης παραστάσεων με χρήση γυαλιών ΕΠ.....	112
Σχήμα 5: Εγκατάσταση του συστήματος υποστήριξης παραστάσεων στο χώρο του θεάτρου	114
Σχήμα 6: Διαδικασία παραγωγής ψηφιακού περιεχομένου επαυξημένης πραγματικότητας και αντίστοιχα υποσυστήματα που αξιοποιούνται σε κάθε περίπτωση	115

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από τα αρχαία χρόνια μέχρι τις μέρες μας, η τεχνολογία χρησιμοποιείται στο θέατρο για να ενισχύσει τον σκηνικό χώρο και να διευρύνει τα εκφραστικά εργαλεία των εμπλεκόμενων καλλιτεχνών. Χρησιμοποιώντας την κατάλληλη τεχνολογική λύση, μία δημιουργική ομάδα μπορεί να βρει νέους τρόπους αφήγησης και να προσεγγίσει διαφορετικά το πρωτογενές υλικό μιας παράστασης. Μία τεχνολογία που αναπτύσσεται ραγδαία από τη δεκαετία του '90 και έπειτα είναι αυτή της επαυξημένης πραγματικότητας, η οποία επιτρέπει την επαύξηση του φυσικού περιβάλλοντος με εικονικά στοιχεία, με τη βοήθεια κάποιου είδους ψηφιακής συσκευής απεικόνισης. Αν και η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας έχει χρησιμοποιηθεί ελάχιστα στις παραστατικές τέχνες, παρατηρούμε άλλες, συγγενικές τεχνολογίες, όπως αυτή της εικονικής πραγματικότητας να αξιοποιούνται στο πλαίσιο μίας νέας μορφής θεατρικής πρακτικής που εμπλέκει τον θεατή στην ίδια την παράσταση, μέσα σε ένα περιβάλλον μεικτής πραγματικότητας· δηλαδή σε μία μείξη φυσικού και εικονικού περιβάλλοντος. Στην παρούσα εργασία θα προσεγγίσουμε το ρόλο της τεχνολογίας σε μία θεατρική παράσταση, θα αναλύσουμε τους σκοπούς και τον τρόπο λειτουργίας της επαυξημένης πραγματικότητας και, μελετώντας τις σύγχρονες θεατρικές προσεγγίσεις μεικτής πραγματικότητας, θα αναπτύξουμε ένα σχέδιο εφαρμογής της επαυξημένης πραγματικότητας στο θέατρο.

Η μεθοδολογία μας περιλαμβάνει (1) την βιβλιογραφική μελέτη των πεδίων στα οποία αναφερόμαστε, δηλαδή τη χρήση τεχνολογίας στο θέατρο και την επαυξημένη πραγματικότητα ανεξαρτήτως εφαρμογής, (2) την βιβλιογραφική μελέτη και ανάλυση των πρόσφατων παραδειγμάτων θεάτρου μεικτής πραγματικότητας, και (3) την συνέντευξη 1 προς 1 με ειδικούς του θεάτρου για την καλύτερη κατανόηση του πεδίου και της δημιουργικής διαδικασίας όπως αυτή επιτελείται στην πράξη. Ο τελικός σκοπός της εργασίας είναι να αξιολογήσει την εφαρμοσιμότητα των συστημάτων επαυξημένης πραγματικότητας στο θέατρο, αλλά και να προτείνει ένα σχέδιο εφαρμογής της που να σέβεται και να βοηθάει την υπάρχουσα μεθοδολογία δημιουργίας θεατρικών παραστάσεων.

Στη συνέχεια περιγράφουμε εν συντομία τη δομή της εργασίας.

Στο κεφάλαιο 2 θα κάνουμε μία ιστορική αναδρομή γύρω από την αξιοποίηση της τεχνολογίας στο θέατρο από τη γέννησή του μέχρι και σήμερα. Θα ξεκινήσουμε από το αρχαίο ελληνικό

θέατρο με τις μηχανικές κατασκευές και θα φτάσουμε μέχρι την σύγχρονη, ψηφιακή εποχή, όπου γίνεται χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών και του διαδικτύου.

Στο κεφάλαιο 3 θα ορίσουμε την έννοια της επαυξημένης πραγματικότητας και θα κάνουμε μία ιστορική αναδρομή στην εξέλιξη της τεχνολογίας γύρω από αυτή. Θα εντοπίσουμε τις εφαρμογές που είχε κατά καιρούς και θα δούμε πως αυτές επηρέασαν την γενικότερη ανάπτυξη της τεχνολογίας, αφού πέρασε από τον ακαδημαϊκό χώρο, στον στρατιωτικό για να επιστρέψει αργότερα στο πανεπιστήμιο και να φτάσει, τα τελευταία χρόνια, στην εμπορική εφαρμογή της.

Στο κεφάλαιο 4 θα παρουσιάσουμε τον τρόπο λειτουργίας της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας, τους τρόπους ανίχνευσης του φυσικού περιβάλλοντος αλλά και τις διάφορες συσκευές απεικόνισης που υποστηρίζουν τη λειτουργία της.

Στο κεφάλαιο 5 θα εξετάσουμε την περίπτωση των θεατρικών εμπειριών μεικτής πραγματικότητας. Θα εντοπίσουμε τα χαρακτηριστικά που διέπουν αυτές τις εμπειρίες, καθώς και τις δυσκολίες που δημιουργούνται λόγω του σημαντικού ρόλου της τεχνολογίας και της διεπιστημονικότητας του εγχειρήματος. Επιπλέον, θα αναλύσουμε το ρόλο και τη σημαντικότητα της διάδρασης του θεατή/συμμετέχοντος με το ίδιο το περιεχόμενο της παράστασης. Τέλος, θα περιγράψουμε τον τρόπο με τον οποίο η ανάγκη ανάπτυξης τεχνολογίας επηρεάζει τη δημιουργική διαδικασία και θα παρουσιάσουμε μερικές ιδέες για την επίλυση αυτού του προβλήματος.

Στο κεφάλαιο 6 θα παρουσιάσουμε μία μικρής κλίμακας έρευνα που πραγματοποιήσαμε με σκοπό να αποκτήσουμε μεγαλύτερη γνώση γύρω από την δημιουργική διαδικασία στο θέατρο και να ελέγξουμε την πρόθεση αξιοποίησης των συστημάτων επαυξημένης πραγματικότητας στο χώρο του θεάτρου. Η έρευνα αποτελείται από μία σειρά συνεντεύξεων με σκηνοθέτες και σκηνογράφους που δραστηριοποιούνται στο ελληνικό θέατρο.

Στο κεφάλαιο 7 θα προτείνουμε ένα τεχνολογικό σύστημα υποστήριξης παραστάσεων με χρήση συστημάτων επαυξημένης πραγματικότητας. Πιο συγκεκριμένα, αξιοποιώντας τα αποτελέσματα τη έρευνας των προηγούμενων κεφαλαίων θα ορίσουμε τις προδιαγραφές του συστήματος και θα το σχεδιάσουμε.

Στο κεφάλαιο 8 θα συγκεντρώσουμε τα συμπεράσματά μας από αυτή την εργασία και θα προτείνουμε πιθανές μελλοντικές επεκτάσεις του συστήματός μας.

2. Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΤΟ ΘΕΑΤΡΟ

Η ψηφιακή τεχνολογία χρησιμοποιείται κατά κόρον τα τελευταία χρόνια στο χώρο του θεάτρου, με το βίντεο και τις προβολές να κυριαρχούν κυρίως σε παραστάσεις χορού ή υβριδικές performances, αλλά και σε παραδοσιακές θεατρικές παραστάσεις. Ωστόσο, η χρήση τεχνολογίας στο θέατρο δεν είναι κάτι που πρωτοεμφανίστηκε τις τελευταίες δεκαετίες. Ήδη από τα αρχαία χρόνια, η υψηλή τεχνολογία της εποχής χρησιμοποιούταν, όχι μόνο για τη μελέτη και κατασκευή των αρχαίων ελληνικών θεάτρων, με την άρτια ακουστική και τους έξυπνα σχεδιασμένους χώρους, αλλά και για την υποστήριξη των ίδιων των θεατρικών έργων.

Η τεχνολογία θεάτρου των αρχαίων Ελλήνων εξελίχθηκε στην Ρωμαϊκή περίοδο και τελειοποιήθηκε την περίοδο της αναγέννησης. Αργότερα η παραγωγή φωτός με χρήση αερίου επέτρεψε την δημιουργία εντυπωσιακών φωτισμών οι οποίοι βελτιώθηκαν ακόμη περισσότερο με την εφεύρεση του ηλεκτρισμού. Ο κινηματογράφος και οι βιντεοπροβολές βρήκαν σιγά σιγά χώρο στη θεατρική σκηνή. Ηλεκτρονικές κατασκευές άρχισαν να χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν ήχους και εικόνες που δεν υπάρχουν στο φυσικό περιβάλλον. Σήμερα βρισκόμαστε στην ψηφιακή εποχή, όπου η χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή επιτρέπει τον πλήρη προγραμματισμό του ψηφιακού περιεχομένου, την αλληλεπίδραση με ηθοποιούς και θεατές, ακόμα και την εισαγωγή τυχαιότητας στην παράσταση.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα επιχειρήσουμε μία ιστορική αναδρομή στο χώρο της τεχνολογίας για το θέατρο. Θα ξεκινήσουμε με την μηχανική τεχνολογία που ενίσχυσε τη θεατρική σκηνή από τα αρχαία χρόνια και θα αναλύσουμε τη λογική με την οποία κατασκευάστηκαν διάφορες μηχανολογικές κατασκευές με σκοπό την υποβοήθηση της σκηνογραφίας. Θα συνεχίσουμε με ηλεκτρισμό ο οποίος επέτρεψε ηλεκτρονικές κατασκευές στις αρχές του 20ού αιώνα και σηματοδότησε την αρχή της ψηφιακής εποχής που διανύουμε από τα 1960 μέχρι και σήμερα.

2.1 ΑΝΑΛΟΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Από τις απαρχές της θεατρικής τέχνης, στην αρχαία Ελλάδα, η τεχνολογία είχε σημαντική θέση στο θέατρο όπου κυρίως αποτέλεσε μέσο της σκηνογραφίας για τον εμπλουτισμό της θεατρικής σκηνής αλλά και την ενίσχυση των δυνατοτήτων του δημιουργού. Ο Αριστοτέλης παραδέχεται σαν ιδρυτή της σκηνογραφίας τον Σοφοκλή. Ωστόσο, οι μελετητές υποπτεύονται μεγάλη χρήση σκηνογραφικών ενδείξεων στις χαμένες τραγωδίες του Αισχύλου. «Στην *Ψυχοσασία* ή την τριλογία των *Μέμνων* υπάρχουν μηχανές που μεταφέρουν τουλάχιστον τρεις

θεούς και δύο ψυχές. Στην τριλογία *Περσεύς*, ο ομώνυμος ήρωας εισέρχεται πετώντας ψηλά. Στην *Ευρώπη ή Κάρες τ' αδέρφια Ύμνος και Θάνατος* προσγειώνονται για να μεταφέρουν το πεθαμένο σώμα του Σαρπηδώνα πίσω στο σπίτι του στη Λυκία» (Murray, 1993; στο Πατρικαλάκης, 2004b, σ 6). Ο Βιτρούβιος μάλιστα αποδίδει στον Αισχύλο την απαρχή της σκηνογραφίας (Πατρικαλάκης, 2004b). Ο πρώτος σκηνογράφος θεωρείται, κατά γενική ομολογία, ο Αγάθαρχος ο οποίος επινόησε την τεχνική να ζωγραφίζει με την προοπτική μέθοδο ένα αρχιτεκτονικό σχέδιο πάνω στη σκηνή, μπροστά στο οποίο κινούνταν οι ηθοποιοί (Baldry, 1981; στο Πατρικαλάκης, 2004b, σ 7).

2.1.1 ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Στο αρχαίο θέατρο χρησιμοποιήθηκαν κατά καιρούς πολλαπλοί μηχανισμοί που βοηθούσαν τη δράση επί σκηνής. Ένας γνωστός μηχανισμός, παραλλαγές του οποίου χρησιμοποιούνται ακόμα και στις μέρες μας είναι το εκκύκλημα. Σύμφωνα με τον Φ. Πατρικαλάκη, χρησιμοποιήθηκε αρχικά στα έργα του Αισχύλου και ήταν είτε περιστρεφόμενο είτε συρόμενο (Πατρικαλάκης, 2004b, σ 8). Πρόκειται για ένα χαμηλό όχημα με τροχούς που χρησιμοποιούνταν είτε για την παρουσίαση δρώμενων είτε για την μεταφορά βαρειών αντικειμένων από και προς την σκηνή. Οι νεκροί μεταφερόταν επίσης πάνω στο εκκύκλημα, μιας και δεν επιτρεπόταν η αναπαράσταση φόνων ή αυτοκτονιών στο αρχαίο θέατρο (Χόνδρος, 2013). Ένας άλλος μηχανισμός, που φαίνεται να χρησιμοποιήθηκε κυρίως στην Ελληνιστική εποχή, είναι η περίακτος. Πρόκειται για μία τριγωνική κατασκευή η οποία, καθώς γύριζε, παρουσίαζε τρία διαφορετικά σκηνικά (Πατρικαλάκης, 2004b, σ 9). Με αυτό τον τρόπο τα σκηνικά μπορούσαν να αλλάζουν γρήγορα, επιτρέποντας μικρότερα χρονικά κενά μεταξύ των σκηνών μιας παράστασης ή ακόμα και μεταξύ διαφορετικών παραστάσεων κατά τη διάρκεια των θεατρικών αγώνων. Για τη λειτουργία του ο περίακτος βασιζόταν στην περιστροφή ενός κατακόρυφου ξύλινου άξονα που εδραζόταν σε ένα πέτρινο έδρανο στο έδαφος (Χόνδρος, 2013). Φυσικά παρόμοιες κατασκευές χρησιμοποιούνται ακόμα και σήμερα. Μάλιστα πολλές φορές συναντάμε έναν συνδυασμό περιάκτου και εκκυκλήματος που δημιουργεί πολλαπλά σκηνικά στα οποία κινούνται και δρουν οι ηθοποιοί. Μία αναπαράσταση του περιάκτου φαίνεται στην Εικόνα 1.

Οι μηχανισμοί βοηθούσαν ακόμη και στην ηχητική επένδυση των παραστάσεων, όπως για παράδειγμα με τη χρήση του κεραυνοσκοπέιου ή βροντείου. Όπως υπονοεί και το όνομά της, αυτή η κατασκευή χρησιμοποιούνταν για τη δημιουργία ήχων αστραπής ή βροντής.

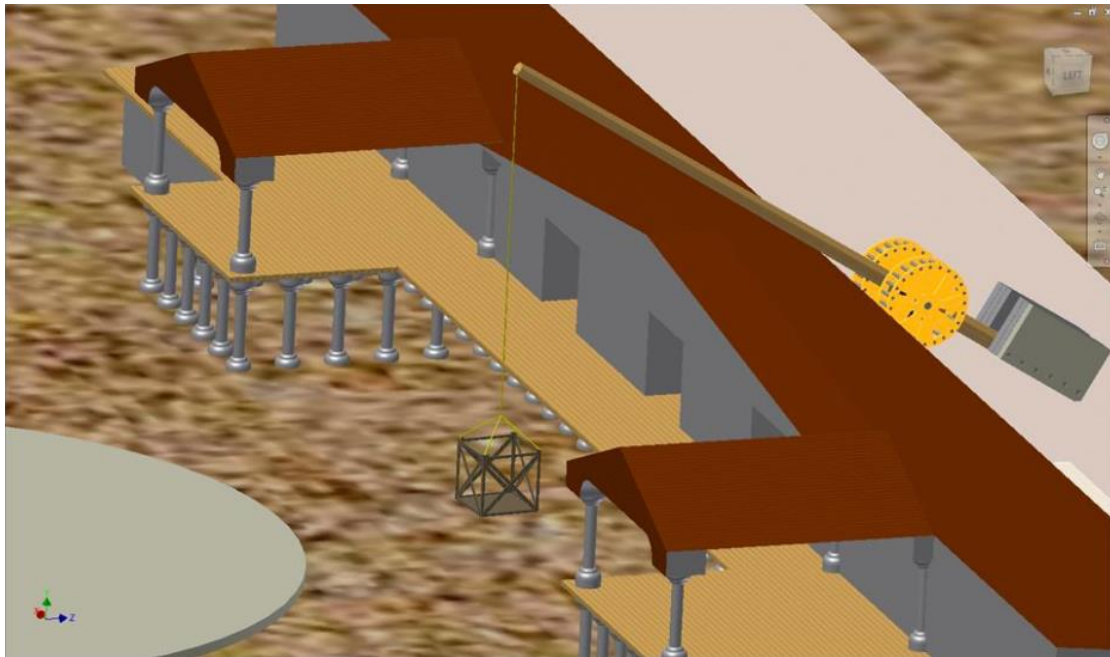


Εικόνα 1: Περιάκτος - Τριγωνική κατασκευή που βοηθά στη γρήγορη αλλαγή σκηνικών
[πηγή: <https://theatrehistoryonline.wordpress.com/greek-2/greek-slides/periaktos-2/>]

Όπως αναφέρει ο Θ. Χόνδρος στην εργασία του (2013), κάποιοι από αυτούς τους μηχανισμούς, όπως το εκκύκλημα και ο περιάκτος δεν θεωρούνται σημαντικές εφευρέσεις μιας και βασίζονται σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές (το όχημα με τροχούς και τον πήλινο τροχό αντίστοιχα). Για εμάς όμως, παίζει σημαντικό ρόλο η εφαρμογή της υπάρχουσας τεχνολογίας στο θέατρο, μιας και μας δείχνει πως η αλληλεπίδραση και αλληλοεπιρροή των δύο αυτών τομέων υπάρχει σχεδόν από την γέννηση του θεάτρου.

Αντίθετα με τις προηγούμενες κατασκευές, ο Θ. Χόνδρος μας λέει ότι η *μηχανή* μοιάζει να έχει μεγάλη τεχνική αξία μια και κατασκευάστηκε καθ' υπαγόρευση των αναγκών του θεάτρου και δεν προήλθε σαν αποτέλεσμα μακράς εξέλιξης κάποιας άλλης κατασκευής. Ο Αισχύλος που την χρησιμοποίησε πρώτος αναφερόταν σε αυτή ως «μηχανή», όμως ο μηχανισμός αυτός έγινε αργότερα γνωστός με τον Λατινικό όρο «Deus ex Machina» που εισήγαγε ο Βιτρούβιος. Ο ελληνικός όρος «από μηχανής θεός» συναντάται για πρώτη φορά στον Πλάτωνα και δημιούργησε μία παρανόηση, καθώς από πολλούς θεωρείται ότι ήταν ένα μηχανήμα που έφερνε στη σκηνή θεούς για να δώσουν λύση στο δράμα. Αυτό όμως δεν ήταν η κύρια χρήση της μηχανής. Η *Μηχανή* ήταν ένας μεγάλος μηχανισμός που αποτελούνταν από δοκούς, τροχαλίες και σχοινιά που μπορούσαν να σηκώσουν φορτία ως ένα τόνο και σε μερικές περιπτώσεις να κάνουν σφοδρούς κλυδωνισμούς απεικονίζοντας ένα ταξίδι στο χώρο όταν το έργο το απαιτούσε (Χόνδρος, 2013). Παρόλο που ευρήματα της μηχανής δεν υπάρχουν, μιας

και κατασκευαζόταν από φθαρτά υλικά, η ύπαρξή της γίνεται εμφανής κυρίως από αγγειογραφίες που αναπαριστούν θεατρικές παραστάσεις. Οι αναφορές είναι ελάχιστες, μιας και η μηχανή φαίνεται να ήταν σχεδιασμένη με τέτοιο τρόπο ώστε να μη φαίνεται από τους θεατές. Συνδυάζοντας τα ευρήματα σε αγγεία και τις αναφορές που υπάρχουν, η ομάδα του Θ. Χόνδρου κατάφερε να φτιάξει μία αναπαράσταση του πως μπορεί να έμοιαζε μία τέτοια μηχανή, μία άποψη της οποίας φαίνεται στην Εικόνα 2.



Εικόνα 2: Ανακατασκευή της Μηχανής σε τρισδιάστατο εικονικό περιβάλλον (Χόνδρος, 2013)

Βλέπουμε ότι η τεχνολογία στο αρχαίο θέατρο χρησιμοποιήθηκε αρκετά ως μέρος της σκηνογραφίας, δηλαδή ως μέσο εμπλουτισμού ή διευκόλυνσης μιας παράστασης, όμως κάλυπτε και μία άλλη ανάγκη, αυτή του εντυπωσιασμού. Επέτρεπε στους ηθοποιούς να αποκτούν υπερφυσικές δυνατότητες ή άφηνε χώρο για παρουσίαση μυθολογικών φαινομένων. Αυτή η ανάγκη διαφαίνεται και από άλλα σκηνογραφικά στοιχεία, λιγότερο τεχνολογικά, όπως αυτό των κοθόρνων, των ψηλών παπουτσιών που προσέδιδαν ύψος στους ηθοποιούς δημιουργώντας την εντύπωση ότι αιωρούνται (Πατρικαλάκης, 2004b, σ 10).

Η επέκταση της ρωμαϊκής αυτοκρατορίας σήμανε και την σταδιακή αντικατάσταση του αρχαίου ελληνικού θεάτρου από το ρωμαϊκό. Χαρακτηριστική είναι και η μετατροπή πολλών από τα αρχαία ελληνικά θέατρα σε ρωμαϊκά. Η τεχνολογία που είχε αξιοποιηθεί στην αρχαία Ελλάδα συνέχισε να χρησιμοποιείται και να αναπτύσσεται περαιτέρω και στη Ρωμαϊκή περίοδο. Οι Ρωμαίοι επένδυσαν αρκετό χρόνο, χρήμα και ενέργεια στην τελειοποίηση των

μηχανικών εφευρέσεων και στη δημιουργία νέων. Βελτίωσαν και πολλαπλασίασαν τις ελληνικές μηχανές. «Γερανοί και καταπακτές στο δάπεδο της σκηνής μπορούσαν να κατεβάζουν θεούς και να ανεβάζουν φαντάσματα. Όλα φαινόταν να είναι δυνατά επί σκηνής: πυρκαγιές, θύελλες, κατακλυσμοί, σεισμοί» (Duront, 2003; στο Πατρικαλάκης, 2004b). Είχαν μάλιστα δημιουργήσει σκηνές όπου μπορούσαν να παρουσιάσουν θεάματα πάνω στο νερό, όπως ναυμαχίες. Το θέατρο του Διονύσου των Αθηνών είχε διαμορφωθεί, κατά τη ρωμαϊκή εποχή, έτσι ώστε να μπορεί να φιλοξενήσει τέτοιου είδους εκδηλώσεις (Πατρικαλάκης, 2004b, σ 19).

Αν και ξεφεύγει κάπως από την ενασχόληση μας με την τεχνολογία ως μέσο, αξίζει να αναφέρουμε και δύο εντυπωσιακές εφευρέσεις της εποχής, τα αυτόματα θέατρα του Ήρωνας. Τα αυτόματα ήταν μηχανολογικές κατασκευές που χρησιμοποιούσαν γρανάζια, βαρίδια, νερό και άλλα υλικά που φέρουν δυνητική ενέργεια με σκοπό να εκτελέσουν μία προγραμματισμένη διαδικασία αυτόματα. Χαρακτηρίζονται από πολλούς ως η πρώτη γλώσσα προγραμματισμού. Πρωτοπόρος στο τομέα των αυτομάτων ήταν ο Ήρων, ο οποίος έγραψε στην Αλεξάνδρεια την πραγματεία «Περί Αυτοματοποιητικής». Δύο από τα αυτόματα που κατασκεύασε αφορούν το θέατρο, το ένα από αυτά κινητό και το άλλο σταθερό. Το σταθερό αυτόματο θέατρο του Ήρωνας είναι εντυπωσιακή κατασκευή για την εποχή και δείχνει πως οι άνθρωποι έψαχναν την ψυχαγωγία του θεάτρου και έξω από αυτό. Ο Ήρων είχε κατασκευάσει το αυτόματο ώστε να παρουσιάζει την παράσταση *Ναύπλιος* σε πέντε σκηνές (Beacham, 2013, σ 16). Δύο πόρτες ανοιγόκλειναν σηματοδοτώντας την αλλαγή σκηνής, το φόντο της σκηνής άλλαζε ή κινούνταν ανάλογα με τη σκηνή, ήχοι παραγόταν σε συγχρονισμό με την κίνηση της σκηνής ενώ δελφίνια πεταγόταν από το κάτω μέρος της σκηνής σαν να έβγαιναν από τη θάλασσα¹. Πολλοί το αναφέρουν ως τον πρώτο κινηματογράφο, ενώ κατά τη γνώμη μας θυμίζει αρκετά και τις συσκευές εικονικής πραγματικότητας (Virtual Reality) μιας και, λόγω μεγέθους, το θέαμα φαίνεται να ήταν ατομικό.

Με την πτώση της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας το θέατρο ήρθε σε παρακμή στην οποία και παρέμεινε στη μεγαλύτερη διάρκεια του Μεσαίωνα, με μικρές ίσως εξαιρέσεις. Έτσι, δεν υπάρχει κάτι άξιο αναφοράς, τουλάχιστον όσο αφορά την τεχνολογία, για αυτή την περίοδο. Το θέατρο όμως άρχισε και πάλι να αναπτύσσεται, όπως όλος ο δυτικός πολιτισμός, από τα

¹ Μια πιστή ανακατασκευή των αυτόματων θεάτρων του Ήρωνας μπορεί κανείς να δει από κοντά ή μέσω φωτογραφιών στο διαδίκτυο στο μουσείο αρχαιοελληνικής τεχνολογίας του Κώστα Κοτσανά - <http://kotsanas.com/exh.php?exhibit=0101001>

1500 και έπειτα. Διαφορετικές σχολές δημιουργήθηκαν σε όλη την έκταση της Ευρώπης και εξαπλώθηκαν σταδιακά. Η Commedia dell'arte ξεκίνησε από τις περιοχές της Ιταλίας και γύρισε όλη την Ευρώπη με τους περιοδεύοντες θιάσους. Στην Αγγλία ξεκίνησε η χρυσή εποχή του Ελισαβετιανού θεάτρου, στην Ισπανία το θέατρο γνώρισε επίσης μεγάλη άνθιση, κατά την χρυσή περίοδο της (1590 – 1681)², ενώ το Γαλλικό θέατρο baroque ήρθε λίγο αργότερα. Τεχνολογικά πάντως το θέατρο δεν είχε πάρα πολύ σημαντικές εξελίξεις την περίοδο της Αναγέννησης. Κατά βάση οι ιδέες που αξιοποιήθηκαν ήταν παρόμοιες με αυτές του αρχαιοελληνικού και του ρωμαϊκού θεάτρου, σαφώς όμως βελτιωμένες και προσαρμοσμένες στις απαιτήσεις της αρχιτεκτονικής του κάθε θεάτρου.

Στο Ελισαβετιανό θέατρο δεν υπήρχαν σκηνικά, υπήρχαν όμως εντυπωσιακά σκηνικά εφέ. Καταπακτές άνοιγαν είτε από την οροφή είτε από το πάτωμα και από αυτές εμφανιζόταν άγγελοι ή δαιμόνια αντίστοιχα. Εκτός των μηχανολογικών κατασκευών, αξιοποιήθηκε και οι επιστήμη της χημείας που επέτρεψε τη δημιουργία διαφόρων χρωμάτων καπνού και φωτιάς. Η πραγματική φωτιά αποφεύγονταν γιατί υπήρχε κίνδυνος πυρκαγιάς, όπως αυτή που έκαψε το θέατρο Globe το 1613. Πραγματικά κανόνια και πυροτεχνήματα χρησιμοποιούνταν για τη δημιουργία σκηνικού πολέμου (Globe Education, 2014). Αντίστοιχες τεχνικές σκηνικών εφέ παρουσιάζονται σε όλα τα θέατρα εκείνης της περιόδου σε Ισπανία, Γαλλία, Ιταλία, κ.α.. Οι περίακτοι ξαναεμφανίστηκαν ενώ και άλλες μηχανολογικές κατασκευές για αλλαγή σκηνικών αναπτύχθηκαν και τελειοποιήθηκαν την εποχή του Μπαρόκ (Πατρικαλάκης, 2004α, σ 6).

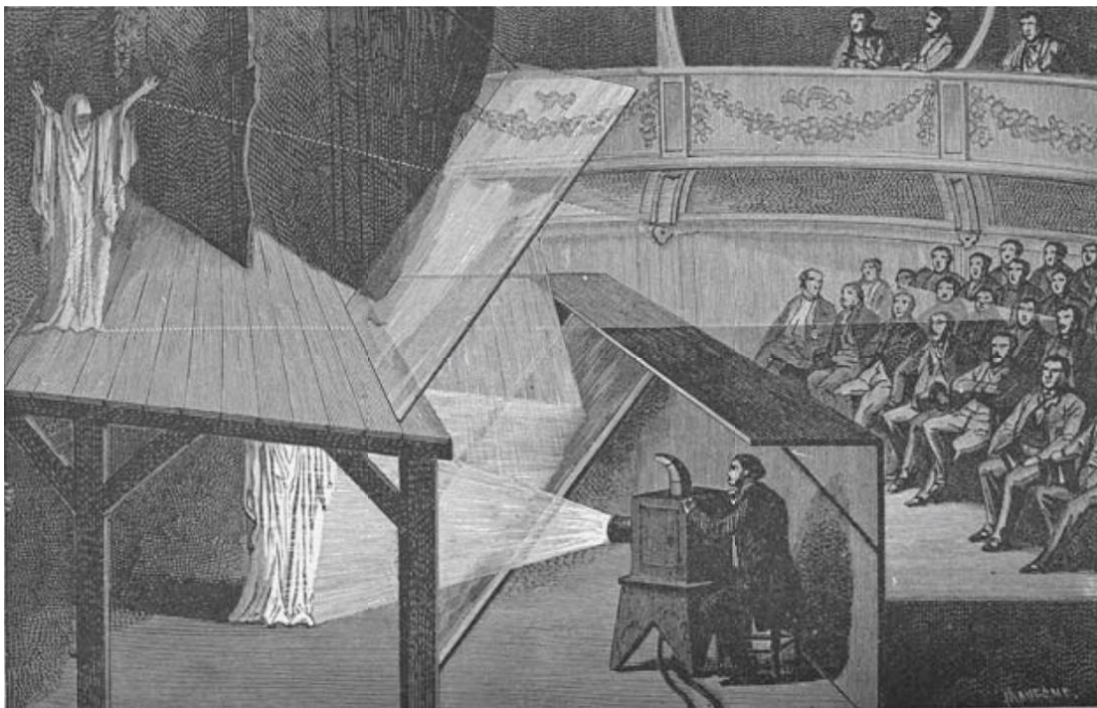
2.1.2 ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Ο φωτισμός αποτελεί μέχρι και σήμερα ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία του θεάτρου, αφού μπορεί να δημιουργήσει εντυπωσιακά εφέ και να εμπλουτίσει ολόκληρο τον σκηνικό χώρο. Στα τέλη του 18^{ου} αιώνα εμφανίζεται η τεχνική φωτισμού με αέριο (Wikipedia³), πράγμα που κάνει το φως πιο εύκολα διαχειρίσιμο. Έτσι, καθώς η χρήση του αρχίζει να διαδίδεται τον 19^ο αιώνα, το φως βρίσκει τη θέση του και στο θέατρο, όπου χρησιμοποιείται για τον φωτισμό της σκηνής τις βραδινές ώρες και τη δημιουργία οπτικών εφέ.

² https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_theatre

³ https://en.wikipedia.org/wiki/Gas_lighting

Μία από τις πιο γνωστές εφευρέσεις θέατρο εκείνης της περιόδου είναι το *Pepper's Ghost*. Πρόκειται για μία απλή κατασκευή που εκμεταλλεύτηκε με πολύ έξυπνο τρόπο τις ιδιότητες του φωτός για να δημιουργήσει την ψευδαίσθηση παρουσίας φαντασμάτων ή άλλων αιθέριων υπάρξεων επί σκηνής. Η εφεύρεση χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά παρουσία κοινού στις 24 Δεκεμβρίου του 1862 σε μία πάρα-επιστημονική παρουσίαση που σχεδιάστηκε αποκλειστικά για την επίδειξη της εφεύρεσης αυτής καθαυτής. Ο καθηγητής Henry Pepper, που ανέπτυξε την κατασκευή μετά από μία αρχική ιδέα του Henry Dircks, είχε σκοπό να εξηγήσει τη λειτουργία της αμέσως μετά την επίδειξη. Ο εντυπωσιασμός του κοινού όμως, τον έκανε να αλλάξει γνώμη και να καταθέσει αίτηση για την κατοχύρωση σχετικής πατέντας την επόμενη μέρα. Η ψευδαίσθηση βασίζεται στα φαινόμενα της ανάκλασης και της διάθλασης προκειμένου να μεταφέρει την εικόνα από ένα σημείο εκτός σκηνής, πάνω στη σκηνή. Έτσι η μορφή ενός ηθοποιού που βρίσκεται στο ειδικό δωμάτιο δίπλα από τη σκηνή μπορεί να «εμφανιστεί» ημιδιαφανής πάνω στη σκηνή, δίπλα από τους άλλους ηθοποιούς. Στην Εικόνα 3 φαίνεται ο τρόπος λειτουργίας της εφεύρεσης. Ο στόχος της κατασκευής αυτής, δηλαδή η εμφάνιση «εικονικών» στοιχείων στη σκηνή, θυμίζει πολύ τη σημερινή τεχνολογία της Επαυξημένης



Εικόνα 3: Λειτουργία της ψευδαίσθησης Pepper's Ghost. Αναπαραγωγή από Adolphe Ganot, *Natural Philosophy for General Readers and Young Persons*, trans. and ed. E. Atkinson (New York: D. Appleton & Co., 1887), 438. Courtesy of the Ohio State University Rare Books and Manuscripts Collection (Kattelman, 2013, σ 201)

Πραγματικότητας που αποτελεί και το θέμα της παρούσας εργασίας. Θα παρουσιάσουμε αναλυτικά την Επαυξημένη πραγματικότητα στα επόμενα κεφάλαια.

Στα μέσα του 19^{ου} αιώνα εμφανίστηκε η ιδέα των πανοραμάτων, δηλαδή τεράστιων ζωγραφικών σκηνικών που κάλυπταν όλο το χώρο του θεάτρου περιμετρικά. Τα πανοράματα εξελίχθηκαν πολύ γρήγορα σε κυκλοράματα όπου η ίδια ιδέα εφαρμόστηκε σε κυκλικούς χώρους (Πατρικαλάκης, 2004α, σ 62). Με τον κατάλληλο φωτισμό, αυτοί οι χώροι δημιουργούσαν εντυπωσιακά οπτικά εφέ και μπορούμε να φανταστούμε ότι πλησίαζε αυτό που σήμερα, στον τομέα της εικονικής πραγματικότητας, αναφέρεται ως εμπύθιση ή απορρόφηση (immersion).

Στα τέλη του 19^{ου} αιώνα, σε μία εποχή που το ηλεκτρικό ρεύμα δεν ήταν ακόμη τόσο διαδεδομένο, στο θέατρο χρησιμοποιούνταν ακόμη λάμπες με αέριο. Την ίδια εποχή ο σκηνογράφος και εφευρέτης Mariano Fortuny, εμπνευσμένος από της σκηνογραφικές ενδείξεις του Richard Wagner στις όπερές του, άρχισε να πειραματίζεται και να ανακαλύπτει τις ιδιότητες του φωτός και την επιρροή που μπορεί να έχουν σε μία θεατρική σκηνή. Αξιοποίησε τη μεγαλύτερη ευελιξία του ηλεκτρικού ρεύματος στον έλεγχο της έντασης, του άλλαξε το χρώμα χρησιμοποιώντας χρωματιστά υφάσματα και, σε συνδυασμό με τα κατάλληλα ζωγραφικά σκηνικά, κατάφερε να πλησιάσει περισσότερο τις συνθήκες που προδιέγραφε ο Wagner.

Οι πειραματισμοί του Mariano Fortuny με το φως και την εφαρμογή του στη σκηνογραφία τον οδήγησαν στην κατοχύρωση 15 ευρεσιτεχνιών, σχετικών με το θέατρο, από το 1901 έως το 1933 (Barón-Nusbaum, 2013, σ 86). Μία από τις πιο εντυπωσιακές δημιουργίες του είναι η θόλος. Εξέλιξη των κυκλοραμάτων της εποχής και πρόγονος των σημερινών πλανηταρίων (full domes), η θόλος του Fortuny ήταν μία ημισφαιρική κατασκευή που καλυπτόταν από στρώματα ζωγραφισμένου καμβά. Λόγω του σχήματός της, η θόλος επέτρεπε τον φωτισμό από πολλά διαφορετικά σημεία και, σε συνδυασμό με τις ευρεσιτεχνίες του Fortuny σχετικά με το χρωματισμό του φωτός με χρήση υφασμάτων και τζαμιών, δημιουργούσε ένα άκρως εντυπωσιακό, για την εποχή, θέαμα. Η μετέπειτα επιτυχημένη καριέρα του ως σχεδιαστή μόδας επισκίασε τα επιτεύγματα του Fortuny στο θέατρο, όμως ο Barón-Nusbaum (2013) μας θυμίζει ότι θεωρούνταν από πολλούς, σύγχρονους του και μεταγενέστερους, σημαντικός παράγοντας στην εξέλιξη της σκηνογραφίας.

2.1.3 ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

Εκτός από τους νέους τρόπους εκμετάλλευσης του φωτός, η ανακάλυψη του ηλεκτρισμού δημιούργησε τις κατάλληλες συνθήκες για μία σειρά από νέες εφευρέσεις, μερικές από τις οποίες βρήκαν εφαρμογή και στο θέατρο.

Στα τέλη του 19ου αιώνα εμφανίζεται μία ακόμα ενδιαφέρουσα εφεύρεση, το θεατρόφωνο (théâtrophone). Μία τηλεφωνική γραμμή συνέδεε έναν ακροατή με μία ζωντανή παράσταση σε ένα θέατρο για συγκεκριμένες ώρες της μέρας και με διάρκεια λίγων λεπτών. Το θεατρόφωνο παρουσιάστηκε πρώτη φορά από τον Clément Ader το 1881 στο πλαίσιο μίας έκθεσης, όμως γρήγορα δημιουργήθηκαν συνδρομητικές υπηρεσίες σε πολλές χώρες της Ευρώπης καθώς και ειδικά διαμορφωμένοι χώροι ακρόασης (Curtin, 2013). Πρόκειται για άλλη μία εφεύρεση που προκαλεί ενδιαφέρον για τον τρόπο με τον οποίο ένα μέσο μεταλλάσσει ένα καλλιτεχνικό έργο. Μία θεατρική παράσταση που έχει σχεδιαστεί έχοντας ως δεδομένο την ζωντανή παρουσία ηθοποιών και θεατών στον ίδιο χώρο και κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, γίνεται διαθέσιμη σε ένα άλλο κοινό, απομακρυσμένο, χωρίς οπτική επαφή που βρίσκεται σε εντελώς άλλες συνθήκες χώρου, στο σπίτι του ή ακόμη και σε κάποιο πολυσύχναστο και πιθανώς θορυβώδες χώρο.

Αυτό το χαρακτηριστικό του théâtrophone φέρνει στην επιφάνεια την έννοια της *τηλεπαρουσίας* (ή απλά *παρουσίας*) (ISPR, 2000). Πρόκειται για μία έννοια που έρχεται από το χώρο της ψυχολογίας και αφορά τη δυνατότητα ενός τεχνολογικού μέσου να δώσει την αίσθηση στο χρήστη της ότι αυτός βρίσκεται σε έναν διαφορετικό χώρο από αυτόν που φυσικά βρίσκεται, χωρίς να αντιλαμβάνεται την ύπαρξη του ίδιου του μέσου. Η *τηλεπαρουσία* ενυπάρχει στην Επαυξημένη Πραγματικότητα και στις συγγενείς της τεχνολογίες, για αυτό και θα την ορίσουμε πιο αυστηρά αλλά και θα την αναλύσουμε περισσότερο στα επόμενα κεφάλαια, όταν θα μιλήσουμε για την εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών στο θέατρο.

Στα επόμενα χρόνια, και ειδικά μέχρι τα μέσα του 20ού αιώνα, ο ηλεκτρισμός αποτέλεσε το βασικό τεχνολογικό μέσο για τον πειραματισμό στη θεατρική σκηνή, επιτρέποντας τη δημιουργία ηλεκτρονικών και ηλεκτρομηχανικών κατασκευών, καθώς και της αυτοματοποίησης εργασιών, αποτελώντας τον πρόγονο της ψηφιακής εποχής.

2.2 Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΟΥ ΦΟΥΤΟΥΡΙΣΜΟΥ

Η ιδέα του Ρίτσαρντ Βάγκνερ για το συνολικό έργο τέχνης (*Gesamtkunstwerk* ή *Total Artwork*) ήταν αυτή που ενέπνευσε για χρόνια τη σύνδεση της τέχνης με την τεχνολογία. Ο Βάγκνερ μίλησε στα μέσα του 19^{ου} αιώνα για εκείνο το έργο τέχνης που συνδυάζει το θέατρο, τις εικαστικές τέχνες, τη μουσική, την ποίηση, την αρχιτεκτονική και κάθε άλλου είδους τέχνη προκειμένου να δημιουργήσει μία συνολική, εμπυθιστική εμπειρία για τους θεατές (Dixon, 2007, σσ 41–42). Κάτι που συνδέεται άμεσα με ότι προσπαθεί να κάνει η πρόσφατη τεχνολογία με τα εμπυθιστικά περιβάλλοντα, όπως η εικονική και η επαυξημένη πραγματικότητα και όχι μόνο. Ακολουθώντας τις ιδέες του Βάγκνερ για το *Gesamtkunstwerk*, τα καλλιτεχνικά κινήματα που ακολούθησαν έβαλαν την κάθε είδους τεχνολογία στη συνάρτηση του συνολικού έργου τέχνης και φυσικά την αξιοποίησαν στο θέατρο.

Το κίνημα των φουτουριστών ήταν ένα από τα πρώτα καλλιτεχνικά κινήματα του 20^{ου} αιώνα που μίλησαν πολύ για την τεχνολογία και τον τρόπο που μπορεί να «επεκτείνει» τη θεατρική σκηνή αλλά ακόμα και το ίδιο το σώμα του ηθοποιού. Έδωσαν μάλιστα και έναν μαθηματικό ορισμό για το δικό τους συνολικό θέατρο όπως το φανταζόταν και το οποίο ονόμασαν *συνθετικό θέατρο (synthetic theatre)*:

Painting + sculpture + plastic dynamism + words-in-freedom + composed noise [intonarumori] + architecture = synthetic theatre (Dixon, 2007, σ 47)

Ο Steve Dixon (2007) θεωρεί ότι η έλλειψη ενός μεγάλου μανιφέστο για τις ψηφιακές παραστατικές τέχνες⁴ καλύπτεται από την ύπαρξη αρκετών μανιφέστο για το φουτουριστικό συνθετικό θέατρο, αρκεί σε πολλά από αυτά να αντικατασταθεί η λέξη «ηλεκτρικό» με τη λέξη «ψηφιακό». Ένα τέτοιο μανιφέστο είναι και αυτό του Enrico Prampolini που αναφέρεται στη Φουτουριστική Σκηνογραφία (*Futurist Scenography*):

«Η σκηνή δεν είναι πλέον ένα χρωματιστό φόντο, αλλά μία άχρωμη ηλεκτρομηχανική αρχιτεκτονική που ζωντανεύει μέσω χρωματικών εκρήξεων από μία φωτεινή πηγή... Από αυτά θα προκύψουν κενές εγκαταλείψεις, εξωφρενικές, φωτεινές σωματώσεις... Αντί της φωτισμένης σκηνής, ας δημιουργήσουμε τη φωτεινή σκηνή: μια φωτεινή έκφραση που θα ακτινοβολεί τα χρώματα που απαιτεί η θεατρική δράση με όλη τη συναισθηματική δύναμή της... Στην απόλυτα κατασκευάσιμη εποχή του φουτουρισμού θα δούμε τις φωτεινές δυναμικές αρχιτεκτονικές της σκηνής να προκύπτουν από τις χρωματικές πυρακτώσεις που, αναρριχόμενες τραγικά ή εμφανιζόμενες πληθωρικά,

⁴ Δική μας μετάφραση για τον όρο “digital performance”

αναπόφευκτα θα προκαλέσουν νέες αισθήσεις και συναισθηματικές αξίες στον θεατή. Οι κραδασμοί, οι φωτεινές μορφές (που παράγονται από τα ηλεκτρικά ρεύματα και τα χρωματιστά αέρια) θα δημιουργήσουν δυναμικές συσπάσεις, και αυτοί οι αυθεντικοί άυλοι ηθοποιοί ενός άγνωστου θεάτρου θα πρέπει να αντικαταστήσουν τους ζωντανούς ηθοποιούς.» (Dixon, 2007, σ 54)

Στο ίδιο κείμενο ο Prampolini αναφέρει την ανάγκη του φουτουριστικού θεάτρου να προσφέρει αλληλεπίδραση του έργου με τους θεατές. Κάτι που αναφέρει και ο Filippo Marinetti στο δικό του μανιφέστο με τίτλο «*The Variety Theatre*» (1913): «{Το φουτουριστικό θέατρο} είναι το μόνο που ψάχνει τη συνεργασία των θεατών. Δεν παραμένουν στατικοί σαν ηλίθιοι ηδονοβλεψίες, αλλά συμμετέχουν θορυβωδώς στη δράση...επικοινωνώντας με τους ηθοποιούς» (Marinetti, “*The Variety Theatre*,” σ181 σε Dixon, 2007, σ 58). Η αλληλεπιδραστικότητα είναι μία έννοια που παίζει κεντρικό ρόλο στην ψηφιακή κουλτούρα που ακολούθησε κάποια χρόνια μετά και φτάνει μέχρι και τις μέρες μας, συνεπώς είναι πολύ ενδιαφέρον να βλέπουμε ένα κίνημα να καταπιάνεται με αυτές τις ιδέες έναν αιώνα πριν.

Μία ακόμη πρόταση από το κίνημα του φουτουρισμού αξίζει να αναφερθεί, αυτή του Fedele Azari, που το 1918 εκτέλεσε παραστάσεις όπου πρωταγωνιστές ήταν ένας πιλότος με το αεροπλάνο του και μαζί εκτελούσαν εντυπωσιακές φιγούρες στον ουρανό. Ο Azari μετέτρεψε την εξάτμιση του αεροπλάνου έτσι ώστε να κάνει πιο εντυπωσιακό τον ήχο του, αυτό που ο ίδιος αποκαλούσε τη «φωνή» του αεροσκάφους. Σύμφωνα με τον Azari το αεροσκάφος ήταν «μία προέκταση του ανθρώπου». Ο πιλότος είναι άμεσα συνδεδεμένος με εκείνο και μέσα από αυτό εκφράζει τη σκέψη του και τις επιθυμίες του. Το μυαλό του, το δέρμα του, οι μυς του και τα νεύρα του επεκτείνονται στο μεταλλικό κέλυφος του αεροσκάφους και μαζί αποτελούν ένα σώμα. Πρόκειται για άλλη μία ιδέα των φουτουριστών που, όπως θα δούμε αργότερα, εξελίχθηκε από ένα μεταγενέστερο κίνημα, αυτό του post-humanism.

2.3 ΠΟΛΥΜΕΣΙΚΟ ΘΕΑΤΡΟ (1919-1960)

Η προβολή φιλμ σε ζωντανές παραστάσεις, είναι η πρώτη μεγάλη προσπάθεια για δημιουργία πολυμεσικών παραστάσεων. Μπορούμε να ταυτίσουμε τη χρήση βιντεοπροβολών με την απαρχή της χρήσης ψηφιακών μέσων στις παραστατικές τέχνες, παρόλο που στις αρχές του 20^{ου} αιώνα η τεχνολογία τους ήταν αναλογική. Η χρήση του βίντεο σε ζωντανές παραστάσεις είναι μία τεχνική που έχει αξιοποιηθεί σε πλειάδα περιπτώσεων και ακόμη δεν έχει εξαντληθεί.

Η πρώτη φορά που πραγματοποιήθηκε μία τέτοια παράσταση ήταν πριν από έναν αιώνα περίπου, στο Βερολίνο, από την Loïe Fuller η οποία πειραματίστηκε, στα 1911, με φιλμ που προβαλλόταν πάνω σε διάφανα φορέματα (Dixon, 2007, σ 73). Λίγο αργότερα, το 1913, η Valentine de Saint-Point χρησιμοποίησε προβολές για να δημιουργήσει τα σκηνικά μιας πειραματικής μουσικοχορευτικής παράστασης. Σε αυτή την παράσταση τα σκηνικά αποτελούταν από ποιήματα, φωτιστικά εφέ και μαθηματικές παραστάσεις τα οποία προβαλλόταν πάνω σε υφάσματα ή στους τοίχους (Dixon, 2007, σ 73). Οι χρήσεις αυτές των προβολών μας θυμίζουν έντονα τους πειραματισμούς του Mariano Fortuny που είδαμε στην προηγούμενη παράγραφο και συνδύαζαν φωτιστικά εφέ με ζωγραφικά σκηνικά, μόνο που εδώ η χρήση του φιλμ σηματοδοτεί τη χρήση ενός νέου μέσου στο θεατρικό χώρο.

Ο Winsor McCay ήταν ο πρώτος που, το 1914, δοκίμασε να δώσει την αίσθηση της «ζωντανίας» στο φιλμ, συγχρονίζοντας το με την ζωντανή παράσταση. Συγκεκριμένα ο McCay έδινε εντολές σε έναν χαρακτήρα που εμφανιζόταν σε μία προβολή λίγο πριν εκείνος τις εκτελέσει, «ξεγελώντας» έτσι το θεατή που αυθόρμητα νιώθει ότι ο χαρακτήρας της προβολής συμμετέχει στην παράσταση (Dixon, 2007, σ 74). Μπορούμε να φανταστούμε μία καλά συγχρονισμένη παράσταση τέτοιου τύπου να μοιάζει αρκετά με το Blue Bloodshot Flowers της Susan Broadhurst (2002) που αναφέραμε λίγες σελίδες πριν.

Το 1922, ο Frederick Kiesler συνδύασε την πιο υψηλή τεχνολογία της εποχής με μηχανικές κατασκευές για να δημιουργήσει ένα εντυπωσιακό θέαμα με κινούμενες οθόνες και προβολείς που «τύφλωναν» τους θεατές. Λόγω του κινδύνου πυρκαγιάς από τους σύστημα προβολής, η αστυνομία θα σταματούσε αυτό το θέαμα και έτσι ο Kiesler αναγκάστηκε να καταφύγει σε λύση που έδωσε στο έργο του μία πρωτιά. Χρησιμοποίησε έναν καταρράκτη νερού που κυλούσε μπροστά στην οθόνη, πράγμα που έκανε την παράστασή του, την πρώτη που παντρεύει προβολή με τρεχούμενο νερό, κάτι που έχουμε δει αρκετές φορές από τότε. (Dixon, 2007, σ 75)

Μερικοί ακόμα σημαντικοί πειραματισμοί της εποχής έρχονται από τη Γαλλία και τη Γερμανία του 1927. Στη Γαλλία, ο Paul Clauden, με το Le Livre de Christophe Colomb, πειραματίστηκε χρησιμοποιώντας μία οθόνη ως «μαγικό καθρέφτη» με σκοπό να ενισχύσει την ατμόσφαιρα και την ένταση του κειμένου. Ο ίδιος ο Claudel έβλεπε αυτό το «μαγικό καθρέφτη» ως μία πόρτα σε έναν άλλο κόσμο, όπου φαντάσματα και σκιές από το μέλλον και το παρελθόν κυκλοφορούν και επηρεάζουν το ένα το άλλο. Στη Γερμανία, ο Erwin Piscator ετοίμαζε την ίδια χρονιά μία πολυμεσική θεατρική παραγωγή, για την οποία 6 διαφορετικά δωμάτια κατασκευάστηκαν κάθετα στο χώρο με χρήση δύο κατασκευών με σκαλωσιές. Οι δύο

σκαλωσιές αναπτύσσονταν εκατέρωθεν μίας διάφανους οθόνης προβολής πάνω στην οποία προβάλλονταν διαφορετικά σκηνικά – κελιά φυλακών, σαλόνια σπιτιών, δωμάτια ξενοδοχείων και γραφεία. (Dixon, 2007, σ 77,78)

Η πολιτική κατάσταση στην Ευρώπη, από τα 1930 μέχρι και τα 1950 μείωσε τη δραστηριότητα στο χώρο του *avant-garde* θεάτρου, ενώ και για αυτή που υπήρχε σίγουρα έχουμε μειωμένες αναφορές. Στις ΗΠΑ επικρατούσε μεγάλη οικονομική κρίση, στην Ισπανία, την Ιταλία και τη Γερμανία, έχουμε την άνοδο των φασιστικών καθεστώτων, ενώ στη Σοβιετική Ένωση η τέχνη περιορίζεται στον σοσιαλιστικό ρεαλισμό. Μερικές αναφορές που έρχονται από την περίοδο 1940-1950 αφορούν τις ΗΠΑ και τον Robert Edmond Jones που μιλούσε για την ιδέα του «θεάτρου του μέλλοντος», στο οποίο φανταζόταν δύο παράλληλους κόσμους, έναν στην πραγματική σκηνή και έναν σε φιλμ, οι οποίοι θα αντιπροσώπευαν τον εξωτερικό και τον εσωτερικό κόσμο των χαρακτήρων, αντίστοιχα. Δύο κόσμοι των οποίων ο συνδυασμός, αποτελεί τον κόσμο στον οποίο ζούμε. (Dixon, 2007, σ 80)

Στα τέλη της δεκαετίας του '50 το πολυμεσικό θέατρο επανέρχεται και αρχίζει να ανθίζει και πάλι, μέσα από μία σειρά ανθρώπων και ομάδων που έχουν μείνει στην ιστορία για την προσφορά τους στο χώρο. Στην Τσεχοσλοβακία ιδρύθηκε η εταιρεία *Laterna Magika*, η οποία δημιούργησε (και δημιουργεί μέχρι σήμερα) παραγωγές που συνθέτουν ζωντανή παράσταση με προβολές με μοναδικό τρόπο, δημιουργώντας νέες αφηγηματικές δυνατότητες. Στις ΗΠΑ ο Milton Cohen και η ομάδα ONCE Group (1958) χρησιμοποιούν καθρέφτες και γυαλί για να πραγματοποιήσουν πολλαπλές προβολές στην οροφή πάνω από τους θεατές. Παρόμοιες τεχνικές με φιλμ και σλάντς αξιοποιήθηκαν στην παράσταση *18 Happenings in 6 Parts* του Allan Kaprow αλλά και σε μία performance χωρίς τίτλο που πραγματοποιήθηκε στο Black Mountain College το 1952 με συμμετέχοντες τους John Cage, Robert Rauschenberg και Merce Cunningham. Ο Rauschenberg αργότερα δημιούργησε το *Broadcast* (1959) ένα έργο τέχνης που συνέθετε ζωγραφική και ραδιοφωνικές συσκευές οι οποίες μπορούσαν να συντονισθούν ώστε να παράγουν διαφορετικά ηχητικά εφέ. Η εγκατάσταση αυτή θεωρείται από τον Hand-Peter Schwarz, πρόγονος της διαδραστικής πολυμεσικής τέχνης. Στο Παρίσι, το 1958, ο Γερμανός fluxus καλλιτέχνης Wolf Vostell τοποθετεί μία κατασκευή από τηλεοράσεις που παίζουν παραμορφωμένες εικόνες στη βιτρίνα ενός καταστήματος, ανοίγοντας έτσι το δρόμο για μία σειρά από πειραματισμούς της επόμενης δεκαετίας, στο χώρο του video art.

2.4 1960 – 1990: VIDEO ART ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ

Οι δεκαετία του 1960 συνοδεύτηκε από μία σειρά από κινήματα που σηματοδότησαν την αρχή μίας νέας εποχής. Πολιτικοκοινωνικά κινήματα ξέσπασαν σε Ευρώπη και Αμερική με αποκορύφωμα τις φοιτητικές διαδηλώσεις του Μάη του '68 στη Γαλλία και τα αντιπολεμικά κινήματα στις ΗΠΑ με αφορμή τον πόλεμο στο Βιετνάμ. Ταυτόχρονα δημιουργείται το ψυχεδελικό κίνημα των hippies με μια τάση για επιστροφή στη φύση, πειραματισμό με ναρκωτικές ουσίες, σεξουαλική απελευθέρωση και ανακάλυψη της πνευματικότητας. Η αλλαγές αυτές επηρέασαν άμεσα τις παραστατικές τέχνες της εποχής που άρχισαν αν γίνονται πιο πειραματικές, να σκοπεύουν περισσότερο στην πρόκληση, στη δημιουργία προβληματισμών και στον πειραματισμό με νέα μέσα που δημιουργούν απρόβλεπτες καταστάσεις.

Σημαντικό καλλιτεχνικό κίνημα της εποχής είναι αυτό των καλλιτεχνών Fluxus που έχει χαρακτηριστεί ως «το πιο ριζοσπαστικό και πειραματικό καλλιτεχνικό κίνημα της δεκαετίας του '60» (Ruhe, 1979). Η τέχνη του video art που εξελίχθηκε της επόμενες δεκαετίες ξεκίνησε από τον Wolf Vostell, που όπως αναφέρθηκε προηγουμένως ήταν ο πρώτος που χρησιμοποίησε τηλεοράσεις σε μία καλλιτεχνική εγκατάσταση. Άλλοι καλλιτέχνες fluxus πειραματίστηκαν με ψευδο-αλγοριθμικά έργα των οποίων η εξέλιξη βασιζόταν στην ολοκλήρωση κάποιων εργασιών που βασιζόταν σε προκαθορισμένα μοντέλα και οδηγίες, με τη συμμετοχή του κοινού να παίζει καθοριστικό ρόλο (Dixon, 2007, σ 88). Την ίδια περίοδο αλλάζει και η φύση του χορού, με σημαντικούς χορογράφους όπως ο Merce Cunningham, η Ann Halprin και άλλους. Ο χορός άρχισε να χρησιμοποιεί πιο απλή κινησιολογία όπως το περπάτημα ή η καθημερινή κίνηση ως παλέτα για τον επαναπροσδιορισμό το είδους, ενώ σιγά σιγά και η τεχνολογία βρήκε χώρο στις χορευτικές παραστάσεις.

2.4.1 Η ΕΚΡΗΞΗ ΤΟΥ VIDEO ART

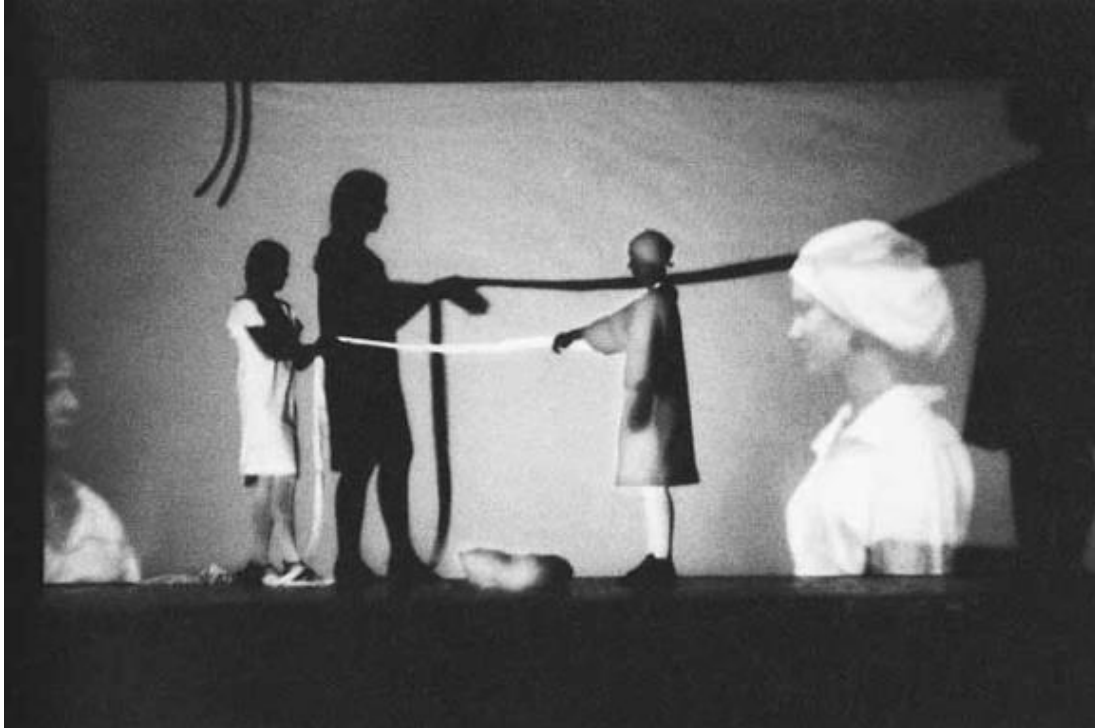
Ο Wolf Vostell μπορεί να μην ήταν αμιγώς video artist αλλά έδωσε το έναυσμα για την εξέλιξη σημαντικών video artists της εποχής, όπως ο Nam June Paik και άλλοι. Όντας ένας από τους πρώτους που χρησιμοποίησαν video (αντί για φιλμ) δημιούργησε καλλιτεχνικές εγκαταστάσεις στις οποίες η κινούμενη εικόνα βρήκε άλλη χρήση από αυτή που είχε μέχρι τότε. Οι καλλιτέχνες της εποχής χρησιμοποιούσαν τις προβολές εικόνων κυρίως για την αισθητική που έδιναν στο τελικό αποτέλεσμα και στη συμβολή τους στη δραματοποίηση της σκηνής. Ο Vostell όμως, σε μία από τις πρώτες παραστάσεις με χρήση video, το You (1964), χρησιμοποιεί την τηλεόραση προκειμένου να αναδείξει την κουλτούρα της τηλεόρασης ως μία αρνητική και ηγεμονική

δύναμη. Το κύμα των video artists που ακολούθησε χρησιμοποίησε συχνά το video για να αναδείξει τον ρόλο των ΜΜΕ ως εργαλείο κοινωνικού διαμελισμού, πολιτικής προπαγάνδας και καταπίεσης. Ο Nam June Paik είναι αυτός που εξέλιξε σημαντικά την αισθητική της χρήσης τηλεόρασης στην τέχνη, φτάνοντας στο σημείο να δημιουργεί ολόκληρα γλυπτά με χρήση εκατοντάδων συσκευών τηλεόρασης. Όπως ο ίδιος έλεγε «η τηλεόραση έχει επιτεθεί στις ζωές μας, τώρα αντεπιτιθόμαστε».

Η δουλειά του Paik στο video art και στις παραστατικές τέχνες επηρέασε το καλλιτεχνικό ρεύμα της εποχής αλλά και μεταγενέστερα. Χαρακτηριστικό του πως η τεχνολογία βρίσκει το δρόμο προς τις τέχνες είναι πως ο Paik ήταν ένας από τους πρώτους που αγόρασε την Sony Portapak, μία από τις πρώτες φορητές κάμερες που απευθυνόταν στο ευρύ κοινό. Παρατηρούμε για μία ακόμη φορά πως όταν η τεχνολογία γίνεται πιο προσιτή, η τέχνη την αξιοποιεί επαναπροσδιορίζοντας τον ρόλο της. Με πρωτότυπο υλικό από μία τέτοια κάμερα, αλλά και βιντεοκασέτες με υλικό από την τηλεόραση, ο Paik δημιούργησε το 1965 το έργο *Demagnetizer (Life Ring)*. Σε αυτό το έργο ο Paik παραμόρφωνε ζωντανά το πρόσωπο του Marshall McLuhan αλλά και άλλων, καθώς αυτό προβαλλόταν σε τηλεοράσεις στη σκηνή. Χρησιμοποιώντας έναν δυνατό μαγνήτη σε κυκλικό σχήμα τον οποίο πλησίαζε και απομάκρυνε από τις τηλεοράσεις, έκανε τα προβαλλόμενα πρόσωπα να στροβιλίζονται σε σπειροειδή μοτίβα. Ένα χρόνο νωρίτερα, το 1964, ο Paik δοκίμασε έναν ενδιαφέρον πειραματισμό με το φιλμ στην παράσταση *Zen for Film*, στην οποία προβαλλόταν ένα άδειο φιλμ. Το έργο θυμίζει το μουσικό κομμάτι 4'33" του John Cage, όπου η ορχήστρα δεν παίζει καμία νότα για 4 λεπτά και 33 δευτερόλεπτα και η προσοχή του κοινού στρέφεται στους ήχους του περιβάλλοντος και των ανθρώπων στο χώρο. Αντίστοιχα, στο *Zen for film* η προσοχή στρέφεται στις μικρές τυχαίες γρατζουνιές του φιλμ ή στη σκόνη που δημιουργεί λευκά στίγματα στην οθόνη. Το έργο όμως μετατρέπονταν σε παράσταση, όταν ο Paik έμπαινε στη σκηνή, στεκόταν με την πλάτη στην οθόνη και γινόταν μέρος του κάδρου.

Ένα άλλος δημιουργός της ίδιας περιόδου με έργα που κινήθηκαν στα όρια μεταξύ φιλμ, καλλιτεχνικών εγκαταστάσεων και performances είναι ο Robert Whitman. Στο έργο του *Prune Flat* του 1965, προέβαλε φιλμ στο οποίο εμφανιζόταν η εικόνα μιας performer πάνω στην ίδια την performer επί σκηνής, δημιουργώντας έτσι μία διττή φιγούρα. Η performer φορούσε ένα μακρύ άσπρο φόρεμα και οι κινήσεις της ήταν πλήρως συγχρονισμένες με αυτές της προβαλλόμενης εικόνας της πάνω της. Η προβαλλόμενη εαυτός της ξεντυνόταν σιγά σιγά ενώ εκείνη έκανε τις ίδιες κινήσεις κρατώντας όμως τα ρούχα της. Έτσι, στο τέλος της παράστασης

η μία φιγούρα έμεινε γυμνή καθώς προβαλλόταν στο λευκό φόρεμα της performer πάνω στη σκηνή.



Εικόνα 4: Prune Flat (1965). Ζωντανοί performers πάνω στη σκηνή καθώς προεγγεγραμμένες φιγούρες των ίδιων προβάλλονται πάνω τους σε συγχρονισμό με την κίνησή τους. (Dixon, 2007, σ 92)

2.4.2 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΤΗΤΑ

Με την εφαρμογή όλο και περισσότερων τεχνολογικών καινοτομιών στο χώρο των παραστατικών τεχνών, το πεδίο γινόταν όλο και περισσότερο διεπιστημονικό και στις καλλιτεχνικές ομάδες πλέον συμμετείχαν επιστήμονες με τεχνολογική κατάρτιση. Ένας ηλεκτρονικός μηχανικός που έπαιξε σημαντικό ρόλο στο κίνημα τέχνης και τεχνολογίας της εποχής είναι ο Σουηδός Billy Klüver, που συνεργάστηκε με σημαντικούς καλλιτέχνες και performers της εποχής, μεταξύ των οποίων και ο Nam June Paik. Το 1960 σε μία συνεργασία με τον Jean Tinguely κατασκεύασε μία μεγάλη μηχανή η οποία αυτοκαταστρεφόταν κατά τη διάρκεια μίας 20λεπτης performance. Την ίδια περίοδο δούλευε με τον Robert Rauschenberg σε μία παράσταση όπου το περιβάλλον θα ήταν πλήρως διαδραστικό με τη μυρωδιά, το φως, τη θερμοκρασία, και τον ήχο να αλλάζουν όταν κάποιος εισέρχεται στο χώρο. Ο Rauschenberg επέμεινε να μην υπάρχουν καλώδια στο χώρο και έτσι ο Klüver προσπαθούσε για χρόνια να φτιάξει μία κατασκευή με ασύρματα μικρόφωνα που θα λειτουργούσαν ως πομποί. Όμως,

απέτυχε και αργότερα δήλωσε πως κάτι τέτοιο δεν ήταν δυνατό με την τεχνολογία της εποχής (Dixon, 2007, σ 96).

Σε μία ιστορική στιγμή για το συνδυασμό τεχνολογίας και παραστατικών τεχνών το 1966, ο Klüner συνεργάστηκε με πολυάριθμους καλλιτέχνες, δημιουργούς του θεάτρου, χορευτές και χορογράφους καθώς και με 30 μηχανικούς, συνεργάτες του από τα Bell Laboratories, για να δημιουργήσουν το πρωτοποριακό *Nine Evenings: Theater and Engineering*. Μέσα σε 9 βραδιές παρουσιάστηκαν 10 διαφορετικές παραστάσεις στις οποίες συμμετείχε ένας τεράστιος αριθμός από performers και έκαναν χρήση πρωτότυπων ηλεκτρονικών εφευρέσεων δημιουργώντας ζωντανές και διαδραστικές παραστάσεις. Στο *Carriage Discreteness* η Yvonne Rainer σχεδίασε την παράσταση ζωντανά σε ένα απομακρυσμένο τραπέζι και έδινε χορογραφικές εντολές στους χορευτές μέσω ασυρμάτου. Στο *Open Score*⁵ του Rauschenber οι κινήσεις 500 εθελοντών καταγράφονταν μέσω υπέρυθρων καμερών και προβαλλόταν σε οθόνες μέσα στο χώρο, ενώ μέρος της παράστασης ήταν ένας αγώνας τένις στον οποίο οι ρακέτες των «αθλητών» παρήγαγαν ήχο ανάλογα με τα χτυπήματά τους. Ο ήχος των ρακετών επηρέαζε επίσης τον φωτισμό του χώρου αλλά και τις εικόνες που προβαλλόταν στις οθόνες. Η επιτυχία του *Nine Evenings* και οι συζητήσεις που ακολούθησαν οδήγησαν στη δημιουργία του οργανισμού *Experiments in Art and Technology* (E.A.T.) που είχε σκοπό την υποστήριξη της συνεργασίας καλλιτεχνών και μηχανικών, με τον Klüner να γίνεται πρόεδρος του οργανισμού μέχρι και το θάνατό του το 2004.

Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι την περίοδο που όλα αυτά συνέβαιναν στις ΗΠΑ, στην Ευρώπη η κατάσταση ήταν διαφορετική όσο αφορά τον συνδυασμό τεχνολογίας και παραστατικών τεχνών. Σε μία εκτενή μελέτη για το εναλλακτικό θέατρο της περιόδου στην Βρετανία, από την Sandy Craig (1980 σε; Dixon, 2007, σ 98), δεν αναφέρεται παρά μόνο μία θεατρική εταιρία που ασχολούταν με την παραγωγή πολυμεσικών παραστάσεων, η *Moving Being*. Φαίνεται πως τη δεκαετία του 1960 στη Βρετανία, υπήρχε μία δυσπιστία στην αξιοποίηση νέων μέσων στη σκηνή, αφού πολλοί πίστευαν ότι το θέατρο πρέπει να γίνεται με τον παραδοσιακό τρόπο. Αυτό βέβαια δε σημαίνει ότι δεν υπήρχε έντονος πειραματισμός στο χώρο του θεάτρου, όμως η τάση ήταν να επαναπροσδιοριστεί το ίδιο το μέσο της σκηνής χωρίς να «κλωθεί» με άλλα μέσα. Παρόλα αυτά, η *Moving Being* και ο διευθυντής της Geoff Morre

⁵ Βίντεο από την performance *Open Score* (1966): <https://vimeo.com/107488380>

θεωρούνται πρωτοποριακοί για την εποχή τους και έχουν γραφτεί για αυτός μερικά διθυραμβικά σχόλια.

2.4.3 ΝΕΟΙ ΤΥΠΟΙ ΠΟΛΥΜΕΣΙΚΟΥ ΘΕΑΤΡΟΥ

Από το 1970 και μετά η χρήση των οπτικών μέσων στις παραστατικές τέχνες πολλαπλασιάστηκε, είτε αυτό αφορά οθόνες είτε προβολές. Η τεχνολογία του video έγινε ακόμα πιο προσιτή, φτηνή και εύκολη στη χρήση, έτσι πολλοί καλλιτέχνες και καλλιτεχνικές ομάδες εξερεύνησαν τις δυνατότητες των οπτικών μέσων σε συνδυασμό με την ζωντανή εμφάνισή τους στη σκηνή. Πολλοί καλλιτέχνες και ομάδες που γνωρίσαμε στα επόμενα χρόνια αναδείχθηκαν εκείνη την περίοδο. Καλλιτέχνες όπως ο Peter Brook, ο Robert Lepage ή οι ομάδες Blast Theory και La Fura Dels Baus, αξιοποίησαν αυτά τα μέσα με διαφορετικούς τρόπους και δημιούργησαν καινούργιους τύπους ζωντανών παραστάσεων.

Πόσο εύκολο είναι όμως να ορίσουμε μία παράσταση που κάνει χρήση τέτοιων οπτικών μέσων ως θεατρική. Η Phaedre Bell διαχωρίζει αυτές τις παραστάσεις σε δύο τύπους, ανάλογα με το αν το φιλμ ή το βίντεο παίζει κύριο ή δευτερεύον ρόλο. Έτσι μπορεί να μιλάμε για ένα φιλμ στο οποίο υπάρχουν στοιχεία performance ενώ στη δεύτερη περίπτωση για μία θεατρική παράσταση στην οποία χρησιμοποιείται φιλμ. Ταυτόχρονα, ορίζει μία τρίτη κατηγορία την οποία αποκαλεί *dialogic media productions* (παραγωγές διαλογικών μέσων), όπου υπάρχει ισορροπία μεταξύ του ζωντανού και του προεγγεγραμμένου υλικού. Σε αυτές τις παραγωγές το φιλμ ή το video παίζουν πραγματικό ρόλο και αλληλεπιδρούν με τη ζωντανή παράσταση μέσα από μία «διαμεσική ανταλλαγή» (Bell, 2000 σε; Dixon, 2007, σ 104). Σε αυτό το διαμεσικό διάλογο επικεντρώθηκε η πλειοψηφία των καλλιτεχνών αυτού του χώρου στις δεκαετίες του '70, του '80 και του '90. Δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτού του διαμεσικού διαλόγου έρχονται από τα μέσα του '80. Το *Bodily Concessions* (1987) της Laura Farabough είναι μία solo performance όπου η πρωταγωνίστρια υποβατεί στη σκηνή ενώ δύο διαφορετικές προβολές του εαυτού της επί σκηνής αντιπροσωπεύουν τον άγρυπνο εαυτό της και τα όνειρά της αντίστοιχα. Σε ένα πιο κυριολεκτικό «διάλογο», στο *Deep Sleep* (1986), του John Jesurun, οι χαρακτήρες επί σκηνής συνομιλούν με αυτούς της οθόνης και διαφωνούν για το ποιοι είναι πιο αληθινοί, ενώ όλοι οι «ζωντανοί» ηθοποιοί σταδιακά μεταφέρονται στην οθόνη αφήνοντας έναν μόνο πίσω στη σκηνή.

Όσο περισσότερο εισχωρεί η τεχνολογία στη θεατρική σκηνή, τόσο γίνεται και περισσότερο μέρος της καλλιτεχνικής διαδικασίας αλλά και επηρεάζει το ίδιο το καλλιτεχνικό περιεχόμενο. Ίσως αυτή είναι και η ουσία του διαμεσικού διαλόγου που αναφέρει η Bell. Ένα παράδειγμα

αυτής της αλληλοεπιρροής είναι και ο τρόπος χρήσης των οπτικών μέσων στο *LSD... Just the High Points* (1984) από την καλλιτεχνική ομάδα The Wooster Group. Σε αυτή την παράσταση οι οθόνες έπαιζαν σημαντικό ρόλο με κάποιους ηθοποιούς να εμφανίζονται εκεί και κάποιους επί σκηνής, ενώ σε κάποιες στιγμές εμφανιζόταν κείμενο στις οθόνες στο οποίο μάλιστα γινόταν rewind ή fast-forward ζωντανά. Αυτό που κάνει την παράσταση να ξεχωρίζει όμως είναι ότι οι τρόποι που χρησιμοποιήθηκαν κάποια από αυτά τα μέσα ήταν πρακτικοί και άρα η ομάδα οδηγήθηκε εκεί λόγω του ίδιου το περιεχομένου της παράστασης. Για παράδειγμα κάποιος ηθοποιός δεν μπορούσε να βρίσκεται στην παράσταση και έτσι προεγγεγραμμένα video αυτού παρουσιάστηκαν σε μία οθόνη, ενώ το κείμενο χρειάστηκε να γίνει fast-forward επειδή έπρεπε να μη μπορεί να διαβαστεί, εξαιτίας μιας μήνυσης για καταπάτηση πνευματικής ιδιοκτησίας.

2.5 ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΟΧΗ

Από το 1990 και έπειτα οι πειραματισμοί με το πολυμεσικό θέατρο συνεχίζονται και εξελίσσονται συνεχώς. Ταυτόχρονα όμως, νέες μορφές καλλιτεχνικής έκφρασης δημιουργούνται χάρη στους υπολογιστές που πλέον έχουν γίνει πιο προσιτοί και ήρθαν στα χέρια των δημιουργών.

Στις αρχές της δεκαετίας του '90, ο χορογράφος Merce Cunningham χρησιμοποίησε ένα λογισμικό αναπαράστασης της σωματικής κίνησης για την εξερεύνηση νέων χορογραφιών. Το λογισμικό ονομάζεται LifeForms και μέσω αυτού ο Cunningham δημιούργησε πολλές παραστάσεις, μεταξύ των οποίων οι πολύ γνωστές Trackers και Ocean (Schiphorst, 1993; Evantheia Schibsted, 1996). Αργότερα ο Cunningham συνεργάστηκε με τους Paul Kaiser και Shelley Eshkar για τη δημιουργία της παράστασης Hand-drawn Spaces, όπου χρησιμοποιήθηκε τεχνολογία καταγραφής της σωματικής κίνησης (motion capture) για να δημιουργηθεί μία προβολή από ψηφιακούς χορευτές. Το έργο αυτό παρουσιάστηκε το 1998 στο συνέδριο SIGGRAPH⁶.

⁶ Ένα βίντεο με στιγμές από την παράσταση είναι διαθέσιμο στο κανάλι της ομάδας καλλιτεχνών OpenEndedGroup

Την ίδια περίοδο άρχισε τη δράση της στην Αγγλία η καλλιτεχνική ομάδα Blast Theory⁷. Η ομάδα από τις πρώτες κιόλας παραστάσεις της έκανε χρήση της τεχνολογίας δημιουργώντας αρχικά πολυμεσικές παραστάσεις. Στα επόμενα χρόνια όμως, άρχισε να πειραματίζεται με νέες τεχνολογίες που προέρχονται από το χώρο των ηλεκτρονικών παιχνιδιών. Το *Desert Rain*⁸ (1999) (Koleva κ.ά., 2001) είναι μία συμμετοχική παράσταση/εμπειρία όπου οι θεατές/συμμετέχοντες παίρνουν μέρος σε ένα ομαδικό ηλεκτρονικό παιχνίδι. Κάθε «παίκτης» παίρνει θέση σε ένα μικρό τετράγωνο χώρο που δημιουργείται από κουρτίνες. Η πόρτα από την οποία μπαίνει ο θεατής μετατρέπεται μία κουρτίνα νερού στην οποία προβάλλεται η οθόνη του τρισδιάστατου παιχνιδιού. Ο συμμετέχων φοράει ακουστικά για να ακούει τους ήχους του παιχνιδιού και κινείται χρησιμοποιώντας την πλατφόρμα πάνω στην οποία στέκεται. Η όλη εμπειρία μετατρέπεται σε performance μιας και πίσω από την οθόνη υπάρχουν ζωντανοί ηθοποιοί οι οποίοι καθοδηγούν τους παίκτες, ενώ σε συγκεκριμένα σημεία της εμπειρίας, «ζωντανεύουν» το παιχνίδι, περνώντας μέσα από την κουρτίνα-οθόνη προκειμένου να παίξουν ένα ρόλο του παιχνιδιού (Εικόνα 5). Συνολικά πρόκειται για μία εμπειρία που κινείται στα όρια των παραστατικών τεχνών, όμως αποτελεί ένα πολύ καλό παράδειγμα συμμετοχικής εμπειρίας μεικτής πραγματικότητας, σαν αυτές που θα δούμε αργότερα καθώς προσεγγίζουμε το ζήτημα της επαυξημένης πραγματικότητας στο χώρο του θεάτρου.



Εικόνα 5: Desert Rain. Ο ηθοποιός περνάει μέσα από την κουρτίνα-οθόνη κινούμενος προς τη συμμετέχουσα (Koleva κ.ά., 2001)

Τα επόμενα χρόνια ο πειραματισμός συνεχίστηκε, εμπλέκοντας όλο και περισσότερο τον υπολογιστή. Στο «*Blue Bloodshot Flowers*» της Susan Broadhurst (2002) ένα ψηφιακό πρόσωπο, φτιαγμένο με γραφικά υπολογιστή, εμφανίζεται σε μία οθόνη πάνω στη σκηνή και αλληλεπιδρά αυτόνομα με την ηθοποιό (Εικόνα 6). Ο εικονικός χαρακτήρας, ονομάζεται Jeremiah και διαθέτει σύστημα οπτικής, τεχνητή νοημοσύνη και μηχανή συναισθημάτων· ένα σύνολο χαρακτηριστικών που του επιτρέπουν να αντιδρά με αυθόρμητο και απρόβλεπτο τρόπο στις κινήσεις της ηθοποιού, χωρίς να απαιτεί τον χειρισμό από κάποιον τεχνικό εκτός σκηνής.

⁷ <https://www.blasttheory.co.uk>

⁸ <https://www.blasttheory.co.uk/projects/desert-rain/>

Ο τρόπος χρήσης των αλγορίθμων σε αυτή την παράσταση θυμίζει έντονα τον Prampolini και το μανιφέστο του για το συνθετικό θέατρο που είδαμε στην παράγραφο 2.2.



Εικόνα 6: Η Susan Broadhurst μοιράζεται τη σκηνή με τον Jeremiah, έναν εικονικό χαρακτήρα με τεχνητή νοημοσύνη (Broadhurst, 2002)

Ο χορός συνδυαζόταν συχνά, από πολύ παλιά, με τις εικαστικές τέχνες, τις προβολές, το βίντεο και τη μουσική. Πλέον στα '00 με τη χρήση της οπτικής με υπολογιστές και τους κατάλληλους αλγορίθμους ο χορός μπορούσε να διαδράσει με το βίντεο, τις οπτικές αναπαραστάσεις και τη μουσική. Το APPARITION⁹ είναι μία συνεργασία του Klaus Obermaier και του Ars Electronica Futurelab και παρουσιάστηκε για πρώτη φορά το 2004 στο Ars Electronica Festival στο Linz της Αυστρίας. Πρόκειται για ένα πρωτοποριακό έργο που χρησιμοποιεί ένα σύστημα ανίχνευσης κίνησης προκειμένου να παρακολουθεί τον χορευτή επί σκηνής. Έτσι, μπορεί να συνδυάσει τις κινήσεις του χορευτή με τις οπτικές αναπαραστάσεις που δημιουργούνται σε ζωντανό χρόνο και προβάλλονται ακριβώς πίσω του (Εικόνα 7). Οι δημιουργοί περιγράφουν το έργο ως μια διαδραστική παράσταση όπου το υπολογιστικό σύστημα έχει ρόλο performer παίζοντας κι αυτό πάνω στη σκηνή σε συνεργασία με τον χορευτή καθώς ένας επηρεάζεται από τον άλλο.

⁹ <http://www.exile.at/apparition>



Εικόνα 7: APPARITION. Klaus Obermaier και Ars Electronica Futurelab. [πηγή: <http://www.exile.at>]

2.6 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Σε αυτό το κεφάλαιο κάναμε μία ιστορική αναδρομή σχετικά με την αξιοποίηση της τεχνολογίας στο θέατρο αλλά και σε άλλες μορφές παραστατικών τεχνών. Ξεκινώντας από τα αρχαία χρόνια δείξαμε ότι η πρακτική του θεάτρου είναι στενά συνδεδεμένη με την τεχνολογική εξέλιξη αφού ήδη από τη γέννησή της βασίστηκε σε μεγάλο βαθμό στην προηγμένη τεχνολογία της εποχής για να πετύχει το καλλιτεχνικό όραμα. Οι μηχανικές κατασκευές που έχουν τις ρίζες τους στο αρχαίο θέατρο, χρησιμοποιούνται μέχρι και σήμερα. Αργότερα το φως και ο ηλεκτρισμός χρησιμοποιήθηκαν για να μεταλλάξουν τη δυναμική της σκηνής και των performers που κινούνται πάνω σε αυτή. Στα νεότερα χρόνια, παρατηρήσαμε την επιρροή των φουτουριστών στις αρχές του 20^{ου} αιώνα στον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζεται η θεατρική σκηνή και επιβεβαιώσαμε ότι τα όσα έλεγαν αποδείχθηκαν προφητικά, αφού οι ιδέες τους υλοποιήθηκαν σε μεγάλο βαθμό με τη χρήση του υπολογιστή. Το πολυμεσικό θέατρο ξεκίνησε με την εισαγωγή φιλμ στις παραστατικές τέχνες και συνεχίστηκε με την έκρηξη του video art. Στα μέσα του 20^{ου} αιώνα είδαμε πολλούς πειραματισμούς με ηλεκτρονικές κατασκευές που επιτρέπουν τη διάδραση του performer με άλλα στοιχεία της παράστασης, όπως ο ήχος. Τέλος, φτάνοντας στην ψηφιακή εποχή, παρατηρήσαμε τις νέες δυνατότητες που προσφέρει η χρήση του υπολογιστή και είδαμε παραδείγματα όπου εικονικά περιβάλλοντα μπλέκονται με το

πραγματικό, αλλά ακόμα και περιπτώσεις όπου υπολογιστής παίζει ενεργό ρόλο στην παράσταση που παίζεται επί σκηνής.

Μία τεχνολογία που έχει εξελιχθεί σημαντικά την τελευταία δεκαετία, είναι η επαυξημένη πραγματικότητα. Το επόμενο βήμα στην εργασία μας είναι να ερευνήσουμε αν και με ποιους τρόπους αυτή η τεχνολογία έχει αξιοποιηθεί στο θέατρο. Πριν όμως φτάσουμε σε αυτό, πρέπει να αφιερώσουμε λίγο χρόνο στην ίδια την επαυξημένη πραγματικότητα, να καταλάβουμε τι περιλαμβάνει η έννοια, πως ορίζεται, ποιο είναι το θεωρητικό της υπόβαθρο, αλλά και ποιες είναι οι τεχνολογίες που υποστηρίζουν τη λειτουργία της.

3. ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (ΕΠ) έχει γίνει αρκετά δημοφιλής τα τελευταία χρόνια κυρίως λόγω της αυξανόμενης χρήσης έξυπνων κινητών συσκευών, για τις οποίες δημιουργούνται συνεχώς εφαρμογές με ποικίλες θεματικές. Ξεκινώντας από απλά παιχνίδια (π.χ. Pokémon GO¹⁰) και εκπαιδευτικές εφαρμογές (π.χ. Star Chart¹¹) και φτάνοντας μέχρι εφαρμογές που επιτρέπουν την εύρεση του αυτοκινήτου μας (Augmented Car Finder¹²) ή διευκολύνουν την επιλογή του tattoo μας (Ink Hunter¹³), η λίστα με τις διαθέσιμες εφαρμογές είναι τεράστια, όμως η έννοια της επαυξημένης πραγματικότητας δε σταματάει σε αυτές.

Μπορεί η βιομηχανία γύρω από την επαυξημένη πραγματικότητα να βρίσκεται σε βρεφικό στάδιο, με τα έξυπνα κινητά να κυριαρχούν και οι εφαρμογές συνήθως να έχουν σκοπό τον εντυπωσιασμό, όμως η ίδια η επαυξημένη πραγματικότητα υπάρχει εδώ και πολλά χρόνια και μαζί με τη συγγενική της Εικονική Πραγματικότητα (VR) έχει απασχολήσει την ερευνητική κοινότητα και αποτελέσει πεδίο σημαντικών τεχνολογικών επιτευγμάτων. Στην πραγματικότητα, υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ του εμπορικού όρου που είναι ευρέως γνωστός ως Επαυξημένη Πραγματικότητα και των τεχνολογιών που οι ερευνητές του χώρου ορίζουν με τον ίδιο τρόπο.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα προσπαθήσουμε να ορίσουμε και να αποσαφηνίσουμε τον όρο *Επαυξημένη Πραγματικότητα* αλλά και να αναδείξουμε τις διαφορές του με άλλους συγγενικούς όρους, όπως *Εικονική Πραγματικότητα* και *Μεικτή Πραγματικότητα*. Επίσης, θα επιχειρήσουμε να κάνουμε μία ιστορική αναδρομή στην Επαυξημένη Πραγματικότητα, από το 1968 που πρωτοεμφανίστηκε η έννοια, μέχρι και σήμερα.

¹⁰ <http://www.pokemongo.com/>

¹¹ <https://www.engadget.com/2013/08/18/star-chart-is-a-nifty-and-free-augmented-reality-astronomy-app/>

¹² <https://itunes.apple.com/us/app/find-your-car-with-ar-augmented-car-finder/id370836023?mt=8>

¹³ <http://inkhunter.tattoo/>

3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Ένας από τους πιο διαδεδομένους και κοινώς αποδεκτούς ορισμούς για την Επαυξημένη Πραγματικότητα, διατυπώθηκε από τον ερευνητή Ron Azuma (1997):

Επαυξημένη Πραγματικότητα είναι η τεχνολογία που έχει τα εξής τρία χαρακτηριστικά:

- 1. Συνδυάζει πραγματικό και εικονικό περιεχόμενο*
- 2. Είναι διαδραστική σε πραγματικό χρόνο*
- 3. Καταγράφεται στον τρισδιάστατο χώρο*

Αυτά τα τρία χαρακτηριστικά προδιαγράφουν επαρκώς μία εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας. Στο Pokémon GO, ο παίκτης βλέπει το Pokémon να εμφανίζεται εικονικά, μέσω της οθόνης του κινητού του, στον πραγματικό χώρο και κάνοντας την κατάλληλη κίνηση (gesture) πάνω στην οθόνη του, μπορεί να το «παγιδεύσει» (Εικόνα 8). Βέβαια, δε μπορούμε να πούμε ότι στην περίπτωση του Pokémon GO έχουμε πραγματική καταγραφή στον τρισδιάστατο χώρο, όμως τα Pokémon έχουν σταθερή θέση και συνήθως ο παίκτης έχει την ψευδαίσθηση ότι το Pokémon τοποθετείται πάνω στα πραγματικά αντικείμενα.



Εικόνα 8: Pokémon GO. Ένα Pokémon εμφανίζεται να στέκεται πάνω στο δρόμο, μέσα από την οθόνη το κινητού [πηγή: <https://www.shutterstock.com/image-photo/penang-malaysia-august-13-2016-man-568034230>]

Ταυτόχρονα, αυτά τα τρία χαρακτηριστικά ορίζουν μία λίστα με τεχνικές προδιαγραφές που καλείται να πληροί ένα σύστημα ΕΠ. Συγκεκριμένα, ένα τέτοιο σύστημα πρέπει να

περιλαμβάνει μια συσκευή απεικόνισης που να συνδυάζει πραγματικά και εικονικά στοιχεία, ένα υπολογιστικό σύστημα που να παράγει διαδραστικά γραφικά και να επιτρέπει στο χρήστη να δώσει εντολές σε πραγματικό χρόνο και τέλος, ένα σύστημα καταγραφής που αντιλαμβάνεται τη θέση του χρήστη στο χώρο και επιτρέπει στα εικονικά στοιχεία να εμφανίζονται σταθερά τοποθετημένα στον πραγματικό κόσμο (Billinghurst, Clark και Lee, 2015).

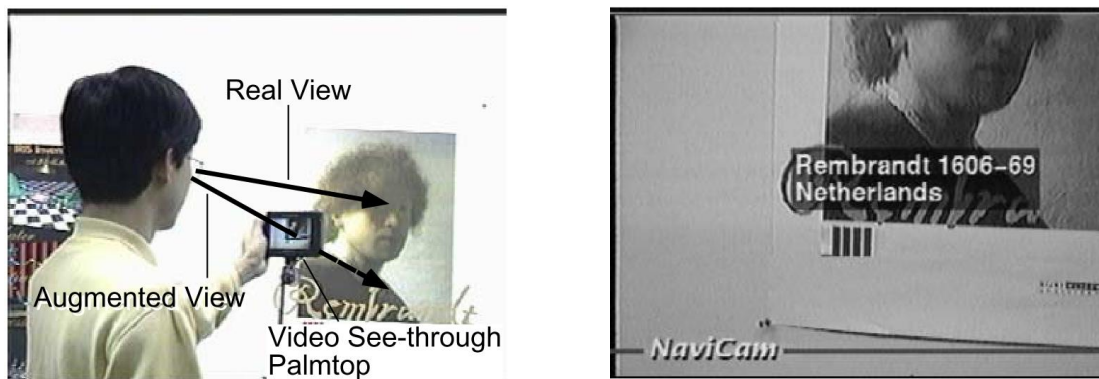
Αξίζει να σημειωθεί ότι ο ορισμός του Azuma, αν και εμφανίζεται ως τεχνολογικός, στην πραγματικότητα προδιαγράφει τύπους τεχνολογίας αλλά δεν τους ορίζει επακριβώς. Μπορεί, για παράδειγμα, να υπονοεί οπτικές τεχνολογίες ΕΠ αλλά δεν αποκλείει απτικές τεχνολογίες ή τεχνολογίες ήχου που πολλές φορές χρησιμοποιούνται σε συστήματα ΕΠ. Στη συνέχεια του κεφαλαίου θα δούμε συγκεκριμένους τύπους τεχνολογίας που υποστηρίζουν την ΕΠ, καθώς και κάποιες προσπάθειες που έχουν γίνει για την κατηγοριοποίηση αυτών με βάση συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τους.

3.1.1 Ο ΦΥΣΙΚΟΣ ΚΟΣΜΟΣ ΩΣ ΔΙΕΠΑΦΗ ΧΡΗΣΤΗ

Αφήνοντας για λίγο τους αυστηρούς ορισμούς και προσπαθώντας να δούμε τη μεγάλη εικόνα, μπορούμε να πούμε ότι αυτό που κρύβεται πίσω από την Επαυξημένη Πραγματικότητα είναι το όραμα για μία νέου τύπου διαδραστική διεπαφή (interactive interface) που θα αντικαταστήσει την παραδοσιακή οθόνη που συναντάμε σε υπολογιστές γραφείου, laptops, έξυπνες φορητές συσκευές (smartphones, tablets) και γενικά στην πλειοψηφία των υπολογιστικών συστημάτων που υποστηρίζουν αλληλεπίδραση με τους χρήστες τους. Αντ' αυτού προτείνεται μία περισσότερο φυσική διεπαφή (natural interface) που επιτρέπει την παροχή περιεχομένου σχετικού με το περιβάλλον του χρήστη και τη διάδραση με το ίδιο το περιβάλλον ή με ψηφιακά στοιχεία που συνδέονται άμεσα με αυτό (Mann, 2007).

Μία εργασία στην οποία γίνεται πολύ καθαρό το όραμα που περιγράφουμε παραπάνω είναι η πρόταση των Rekimoto και Nagao, οι οποίοι εισάγουν έναν νέο όρο, την Επαυξημένη Διάδραση (Augmented Interaction), για να περιγράψουν ένα υπολογιστικό σύστημα που επιτρέπει την παράθεση πληροφορίας σχετικά με φυσικά αντικείμενα και τη διάδραση με αυτά (Rekimoto και Nagao, 1995). Αυτό το επιτυγχάνουν προσθέτοντας χαρακτηριστικές χρωματιστές μπάρες δίπλα ή πάνω σε φυσικά αντικείμενα ενδιαφέροντος και χρησιμοποιώντας κάμερες για να τα αναγνωρίσουν και στη συνέχεια να ανασύρουν την κατάλληλη πληροφορία από μία βάση δεδομένων (Εικόνα 9). Το πρωτότυπό τους ονομάζεται NaviCam και δοκιμάστηκε σε δύο

διαφορετικές μορφές, είτε ως κάμερα χειρός είτε ως Head Mounted Display (HMD)¹⁴. Ανεξάρτητα με τη μορφή του, το NaviCam είχε τη δυνατότητα να παραθέτει περιεχόμενο στο φυσικό περιβάλλον και σε κάποιες περιπτώσεις να επιτρέπει στο χρήστη να μιλάει στο σύστημα και εκείνο να του απαντάει σε σχέση με το τι βλέπει κάθε στιγμή, αφαιρώντας έτσι την ανάγκη χρήσης των χεριών του και κάνοντας τη διεπαφή όσο το δυνατόν πιο φυσική και συνδεδεμένη με το πραγματικό περιβάλλον.



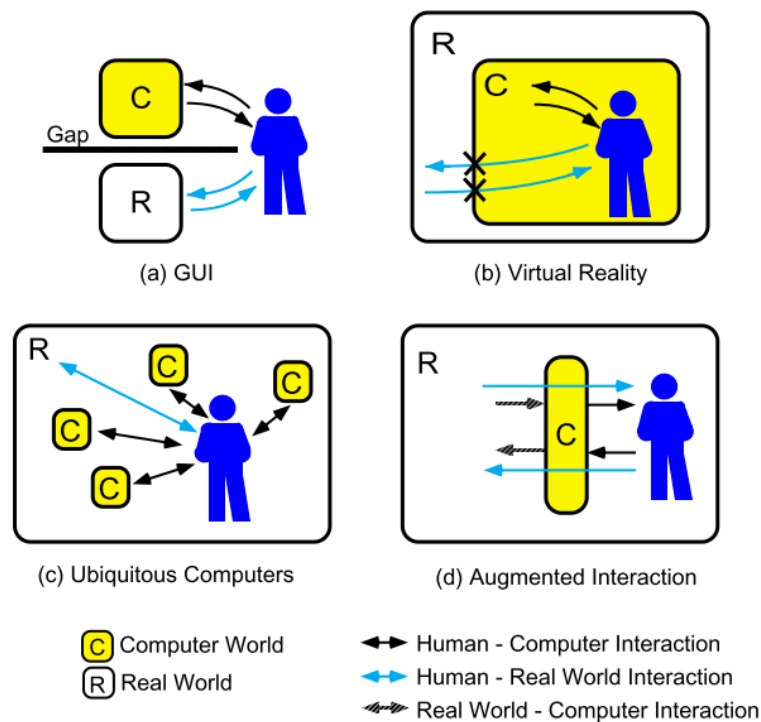
Εικόνα 9: NaviCam. Αξιοποίηση χρωματιστών συμβόλων (τύπου barcode) για την εμφάνιση πληροφοριών σχετικά με ένα έργο τέχνης (Rekimoto και Nagao, 1995)

Αυτό πάντως που αξίζει να κρατήσουμε από αυτή τη δουλειά, πέρα από τις καινοτόμες για την εποχή ιδέες, είναι η ενδιαφέρουσα προσπάθεια κατηγοριοποίησης των διαφόρων τύπων επικοινωνίας ανθρώπου μηχανής (EAM) όπως φαίνεται στην Εικόνα 10. Εδώ οι Rekimoto και Nagao διαχωρίζουν την (α) τυπική διεπαφή χρήστη-υπολογιστή (GUI) από άλλου τύπου διεπαφές που προσπαθούν να είναι όσο το δυνατόν πιο «διάφανες» στο χρήστη, δηλαδή να αλληλεπιδρά ο χρήστης με τον υπολογιστή χωρίς να αντιλαμβάνεται ότι το κάνει. Εδώ διακρίνουν την κατηγορία της (b) Εικονικής Πραγματικότητας (Virtual Reality – VR), της (c) Πανταχού-Παρούσας Υπολογιστικής (Ubiquitous Computing) και της δικής τους (d) Επαυξημένης Διάδρασης.

Μέσα από την σύγκριση των παραπάνω κατηγοριών, προκύπτει και ένας άλλος, λιγότερο αυστηρός, ορισμός της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Ουσιαστικά η εικονική πραγματικότητα (VR) επιτυγχάνει την πλήρη εμβύθιση σε ένα εικονικό περιβάλλον και δημιουργεί μία διάφανη διεπαφή του χρήστη με αυτό. Όμως η σχέση του χρήστη με το

¹⁴ Συσκευή που φοριέται στο κεφάλι του χρήστη και καλύπτει το οπτικό του πεδίο με μία οθόνη προβολής που μπορεί να είναι διαφανής ή αδιαφανής

πραγματικό περιβάλλον διαμεσολαβείται από το εικονικό, με αποτέλεσμα ο χρήστης να είναι αποκομμένος από αυτό. Αντίθετα, η πανταχού-παρούσα υπολογιστική, προσπαθεί να διατηρήσει τη σχέση του χρήστη με το πραγματικό περιβάλλον, όμως χάνει τη «διαφάνειά» της διεπαφής, αφού ο χρήστης πρέπει να στρέψει αλλού την προσοχή του για να επικοινωνήσει με τα διάφορα υπολογιστικά συστήματα. Αυτό που προσπαθεί να επιτύχει η Επαυξημένη Πραγματικότητα (ή Επαυξημένη Διάδραση όπως την ορίζουν οι Rekimoto και Nagao) είναι ένα υπολογιστικό σύστημα που θα επιτρέπει την συνεχή και αδιάκοπη διάδραση, τόσο με το πραγματικό, όσο και με το εικονικό/ψηφιακό περιβάλλον. Παρατηρούμε ότι και αυτός ο ορισμός δεν προδιαγράφει περιβάλλοντα αντιληπτά μόνο με την όραση, αφού είτε μιλάμε για το πραγματικό, είτε για εικονικά περιβάλλοντα, αυτά μπορούν κάλλιστα να είναι πολύ-αισθητηριακά, δηλαδή να γίνονται αντιληπτά με παραπάνω από μία αισθήσεις.



Εικόνα 10: Σύγκριση τύπων EAM (Rekimoto και Nagao, 1995)

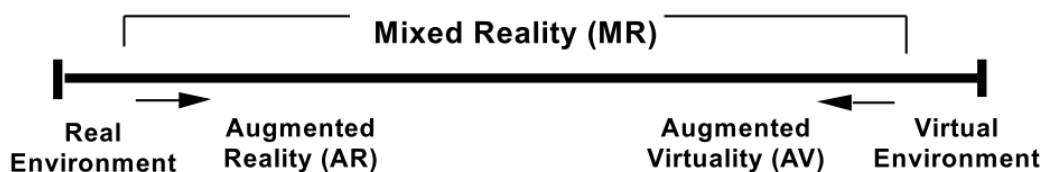
3.1.2 ΜΕΙΚΤΗ ΚΑΙ ΔΙΑΜΕΣΟΛΑΒΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Στην προηγούμενη παράγραφο αναφερθήκαμε στην Εικονική Πραγματικότητα χωρίς να αναλύσουμε τον όρο περαιτέρω, όμως είδαμε τη βασική διαφορά της με την Επαυξημένη Πραγματικότητα, που είναι η σχέση του χρήστη με τον πραγματικό κόσμο ενώσω χρησιμοποιεί την εκάστοτε εφαρμογή. Σε αυτή την παράγραφο θα εντοπίσουμε σε μεγαλύτερο βάθος τις

διαφορές και τις ομοιότητές τους, βάζοντας τες σε ένα κοινό πλαίσιο, αυτό της Μεικτής Πραγματικότητας (Mixed Reality – MR), όπως αυτή ορίστηκε από τους Milgram και Kishino (1994). Επιπλέον θα δούμε την έννοια της Διαμεσολαβημένης Πραγματικότητας που εισήγαγε ο Steve Mann χτίζοντας πάνω στην ιδέα της Μεικτής Πραγματικότητας του Milgram και προσθέτοντας μία ακόμη διάσταση (Mann, 2002).

3.1.2.1 ΜΕΙΚΤΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ MILGRAM

Ο Milgram υποστηρίζει ότι οι έννοιες της Εικονικής και της Επαυξημένης Πραγματικότητας είναι συγγενικές και τις τοποθετεί κάτω από μία ενιαία έννοια, αυτή της Μεικτής Πραγματικότητας. Ένα περιβάλλον Μεικτής Πραγματικότητας ορίζεται ως αυτό στο οποίο αντικείμενα που ανήκουν είτε στον πραγματικό είτε σε έναν εικονικό κόσμο παρουσιάζονται μαζί σε μία κοινή απεικόνιση (Milgram κ.ά., 1994). Οποιοδήποτε τέτοιο περιβάλλον ανήκει σε αυτό που ο Milgram ορίζει ως *Reality-Virtuality (RV) continuum* (Εικόνα 11).



Εικόνα 11: Reality-Virtuality Continuum (Milgram κ.ά., 1994)

Σύμφωνα με αυτό τον ορισμό, όλα τα περιβάλλοντα Μεικτής Πραγματικότητας βρίσκονται ανάμεσα στα δύο άκρα τους ενός συνεχούς. Τα άκρα αυτά είναι:

- από την αριστερή πλευρά, το πραγματικό περιβάλλον μέσα στο οποίο κινούμαστε καθημερινά (R)
- από τη δεξιά πλευρά ένα εικονικό περιβάλλον όπου τίποτα από την πραγματικότητα δεν γίνεται αντιληπτό από το χρήστη (V)

Από την απλή, αλλά περιεκτική, κατηγοριοποίηση του Milgram, προκύπτει και μία καινούργια έννοια που δεν είχαμε δει μέχρι τώρα, αυτή της Επαυξημένης Εικονικότητας (Augmented Virtuality). Αυτή αφορά εφαρμογές όπου το κυρίως περιβάλλον αποτελείται κατά κύριο λόγο από εικονικά στοιχεία, αλλά επαυξάνεται με στοιχεία από την πραγματικότητα. Για παράδειγμα, σε ένα σύστημα υβριδικών επαγγελματικών συναντήσεων μπορούν οι συμμετέχοντες να βρίσκονται στον υπολογιστή τους, να βλέπουν στην οθόνη τους μία εικονική αίθουσα συνεδριάσεων στην οποία κάθε θέση καταλαμβάνεται από τη ζωντανή εικόνα βίντεο

των υπόλοιπων συμμετεχόντων (Regenbrecht κ.ά., 2004). Φυσικά στο κέντρο του εικονικού τραπέζιού μπορεί να βρίσκεται ένα τρισδιάστατο μοντέλο που έχει παραχθεί σε ένα περιβάλλον CAD και αποτελεί το κύριο θέμα της συνεδρίασης.

Βλέπουμε λοιπόν ότι, μέσα από την προσέγγιση του Milgram, μπορούμε να ορίσουμε πιο συγκεκριμένα την ΕΠ, χωρίς όμως να περιορίζουμε τον ορισμό σε συγκεκριμένες εφαρμογές. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα λοιπόν, όπως αυτή τοποθετείται στο συνεχές Πραγματικότητας-Εικονικότητας του Milgram, βασίζεται στο πραγματικό περιβάλλον, όμως το επαυξάνει με εικονικά στοιχεία. Όσο περισσότερα εικονικά στοιχεία προστίθενται, τόσο απομακρυνόμαστε από την ακραία περίπτωση της ΕΠ, την πραγματικότητα.

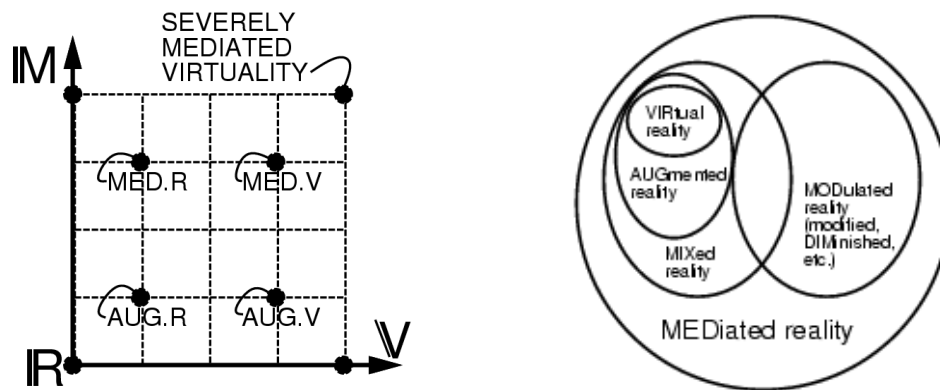
3.1.2.2 ΔΙΑΜΕΣΟΛΑΒΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ MANN

Αν και το μοντέλο του Milgram μοιάζει αρκετά γενικό, ο Steve Mann θεώρησε ότι δεν είναι αρκετό για να περιγράψει όλες τις εφαρμογές που υπήρχαν μέχρι τότε, καθώς και τις εφαρμογές που ο ίδιος σχεδίαζε. Έτσι, λίγα χρόνια μετά, παρουσίασε ένα νέο μοντέλο που ονομάζει Διαμεσολαβημένη Πραγματικότητα (Mediated Reality). Το μοντέλο αυτό συμπεριλαμβάνει το Reality-Virtuality Continuum, όμως καλύπτει και μερικές ακόμα περιπτώσεις εφαρμογών, όπου η πραγματικότητα ή εικονικότητα δεν συμπληρώνουν απαραίτητα η μία την άλλη αλλά μπορούν να μετατρέπονται ή ακόμα και να μειώνονται.

Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα στα οποία στηρίζεται η θεωρία αυτή είναι ένα οπτικό πείραμα που πραγματοποιήθηκε από τον ψυχολόγο George Stratton όταν μελέτησε τη σχέση των οπτικών ερεθισμάτων όπως αυτά προσλαμβάνονται από τα μάτια με την επεξεργασία αυτών από τον εγκέφαλο αλλά και το πως επηρεάζονται από της μνημονικές εικόνες. Για αυτή του τη μελέτη, ο Stratton κατασκεύασε ένα ζευγάρι γυαλιά τα οποία «αντιστρέφουν» τον κόσμο κατά 180°, δείχνοντας ουσιαστικά τα πάντα ανάποδα, και τα φόρεσε για 3 συνεχόμενες ημέρες. Σε αυτή τη μελέτη της βιβλιογραφίας δε μας αφορούν τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας, αλλά το γεγονός ότι τα γυαλιά του Stratton πρακτικά μεταλλάσσουν τον πραγματικό κόσμο με τρόπο που θα μπορούσαμε να πούμε ότι τον μειώνουν, αφού πλέον αυτός που τα φοράει έχει, αρχικά τουλάχιστον, λιγότερες δυνατότητες από ότι πριν. Αυτό, σύμφωνα με το Mann, είναι ένα πολύ καλό παράδειγμα Διαμεσολαβημένης Πραγματικότητας.

Η Διαμεσολαβημένη Πραγματικότητα διαφοροποιείται από την Επαυξημένη όπως αυτή διαχωρίζεται από την Εικονική. Ο Steven Feiner αναφέρει ότι «...ενώ η εικονική πραγματικότητα

αγενώς στοχεύει στο να αντικαταστήσει τον πραγματικό κόσμο, η επαυξημένη πραγματικότητα την συμπληρώνει με σεβασμό» (Feiner, 2002; Mann, 2002). Αντίστοιχα, ο Mann υποστηρίζει πως η Διαμεσολαβημένη Πραγματικότητα *μετασχηματίζει* τον πραγματικό κόσμο. Δεν τον αντικαθιστά, ούτε τον συμπληρώνει· τον μετατρέπει.



Εικόνα 12: Το μοντέλο της Διαμεσολαβημένης Πραγματικότητας (Mann, 2002)

Έτσι, η Διαμεσολαβημένη Πραγματικότητα του Mann, ορίζεται ως ένα γενικό μοντέλο για την τεχνική διαφοροποίηση της ανθρώπινης αντίληψης χρησιμοποιώντας συσκευές που επιτρέπουν την επαύξηση, την μείωση και γενικά την τροποποίηση των ανθρώπινων αισθήσεων (Mann, 2002). Στην Εικόνα 12 αποδίδεται σχηματικά η ταξινόμηση των συστημάτων στο μοντέλο της Διαμεσολαβημένης Πραγματικότητας. Βλέπουμε ότι ο οριζόντιος άξονας ταυτίζεται με το συνεχές Πραγματικότητας-Εικονικότητας του Milgram, ενώ ο κάθετος άξονας προσθέτει τον παράγοντα της διαμεσολάβησης. Στο διάγραμμα Venn, στα δεξιά της εικόνας, σχηματοποιείται η άποψη του Mann για τα συστήματα Εικονικής, Επαυξημένης, Μεικτής και Διαμεσολαβημένης Πραγματικότητας, όπου βλέπουμε την τελευταία να έχει έναν κοινό τόπο με την Μεικτή Πραγματικότητα, αλλά να περιλαμβάνει και άλλες εφαρμογές.

3.1.3 Η ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΩΣ ΜΕΡΟΣ ΤΟΥ «ΜΕΤΑΣΥΜΠΑΝΤΟΣ»

Η έννοια «Μετασύμπαν» (Metaverse) εμφανίζεται για πρώτη φορά στο μυθιστόρημα *Snow Crash* του Neal Stephenson στο οποίο οι άνθρωποι, ως avatars, αλληλεπιδρούν μεταξύ τους καθώς και με εικονικούς χαρακτήρες μέσα σε ένα τρισδιάστατο χώρο ο οποίος αποτελεί μεταφορά του πραγματικού χώρου (Stephenson, 1994). Ο Stephenson χρησιμοποίησε τον όρο για να περιγράψει μία φουτουριστική έκδοση του διαδικτύου που θα αντικαταστήσει την

παρούσα και θα βασίζεται στην Εικονική Πραγματικότητα¹⁵. Η φαντασία του Stephenson έγινε πραγματικότητα τα αμέσως επόμενα χρόνια μέσα από την βιομηχανία παιχνιδιών και τα παιχνίδια τύπου MMORPG¹⁶ που κατέκλυσαν την αγορά τα τελευταία χρόνια με πολύ χαρακτηριστικά παραδείγματα το World of Warcraft και το Second Life. Βέβαια το ίδιο το διαδίκτυο στο σύνολό του δεν μεταλλάχτηκε (ακόμα) σύμφωνα με τις προβλέψεις του, όμως ο όρος συνέχισε να χρησιμοποιείται και να διευρύνεται, αποτελώντας ένα πεδίο έρευνας στο οποίο εντάσσεται και η Επαυξημένη Πραγματικότητα.

Οι Smart κ.α. επιχείρησαν μία ταξινόμηση των διαφόρων εκφάνσεων του Μετασύμπαντος, μέσα στο οποίο εμπερικλείουν και την Επαυξημένη Πραγματικότητα (Smart, Cascio και Raffendorf, 2007). Σύμφωνα με τους συγγραφείς, το *Μετασύμπαν* είναι η σύγκλιση της 1) εικονικά ενισχυμένης φυσικής πραγματικότητας και του 2) φυσικώς σταθερού εικονικού χώρου¹⁷. Είναι η συγχώνευση των δύο αυτών κόσμων, ενώ επιτρέπει στους συμμετέχοντες να το αντιλαμβάνονται ως οποιοδήποτε από τους δύο.

Η ταξινόμηση των Smart κ.α. βασίζεται σε δύο άξονες που αφορούν αφενός το κατά πόσο ο κόσμος βασίζεται σε εικονικά ή πραγματικά στοιχεία (Simulation/Augmentation) και κατά δεύτερον το κατά πόσο η εμπειρία επικεντρώνεται στους συμμετέχοντες ή στη διάδραση με τον κόσμο (Intimate/External). Με βάση αυτό το διαχωρισμό προκύπτουν τέσσερα βασικά σενάρια για το Μετασύμπαν που καταλαμβάνουν τα τέσσερα τεταρτημόρια της ταξινόμησης. Τα δύο από αυτά τα σενάρια αφορούν τη γνωστή μας Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Worlds) και την Επαυξημένη Πραγματικότητα όμως βλέπουμε και δύο νέες έννοιες, το Lifeloggging (Καταγραφή της Ζωής) και τους Mirror Worlds (Κόσμοι Καθρέπτες). Το Lifeloggging αφορά εφαρμογές που επιτρέπουν στους χρήστες να καταγράψουν την καθημερινότητά τους, όπως για παράδειγμα η SenseCam, μία «φορητή» κάμερα που καταγράφει συνεχώς ήχο και εικόνα από την οπτική του χρήστη της (Hodges κ.ά., 2006). Οι Mirror Worlds αφορούν εφαρμογές που προσπαθούν να καταγράψουν τον πραγματικό κόσμο και να προσομοιώσουν την ύπαρξη σε αυτόν, όπως κάνει το γνωστό Street View της Google¹⁸. Η τοποθέτησή αυτών των τεσσάρων σεναρίων πάνω στην ταξινόμηση των Smart κ.α. φαίνεται στην Εικόνα 13.

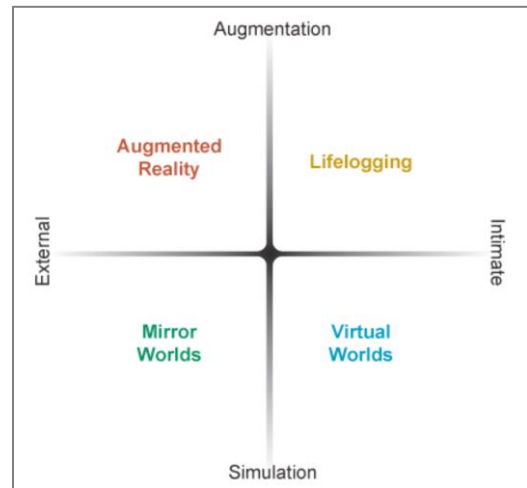
¹⁵ Πηγή: <https://en.wikipedia.org/wiki/Metaverse>

¹⁶ Massively Multiplayer Online Role-Playing Game: Παιχνίδια όπου οι παίκτες αναλαμβάνουν ένα ρόλο και αλληλεπιδρούν σε ένα ψηφιακό σύμπαν με άλλους παίκτες ή με ψηφιακούς χαρακτήρες

¹⁷ Δική μας μετάφραση για το “physically persistent virtual space”

¹⁸ <https://www.google.com/streetview/>

Σε αυτή την ταξινόμηση βλέπουμε από τη μία έναν άξονα (Simulation/Augmentation) ο οποίος μοιάζει αρκετά με το Συνεχές Πραγματικότητας-Εικονικότητας του Milgram, όμως από την άλλη έναν δεύτερο άξονα που βασίζεται κυρίως στο είδος της εμπειρίας που έχουν οι συμμετέχοντες σε ένα τέτοιο Μετασύμπαν, δηλαδή σε έναν κόσμο που αποτελεί μία, χωρίς εμφανή όρια, συγχώνευση πραγματικού και εικονικού κόσμου. Αυτή η νέα διάσταση προσεγγίζει το ζήτημα από μία πιο θεωρητική σκοπιά και κρατάει τον ορισμό των εμπειριών ΕΠ σε μεγάλο βαθμό απαλλαγμένο από τις τεχνολογικές λεπτομέρειες και τις εκάστοτε υλοποιήσεις. Μέσα στο Μετασύμπαν, η ΕΠ καταλαμβάνει τον χώρο που αφορά την ενίσχυση του πραγματικού κόσμου και έχει ως κύριο σκοπό την αλληλεπίδραση με τον κόσμο και όχι την εξέλιξη του εαυτού των συμμετεχόντων.



Εικόνα 13: Η Επαυξημένη Πραγματικότητα μέσα στο Μετασύμπαν (Smart, Cascio και Paffendorf,

3.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

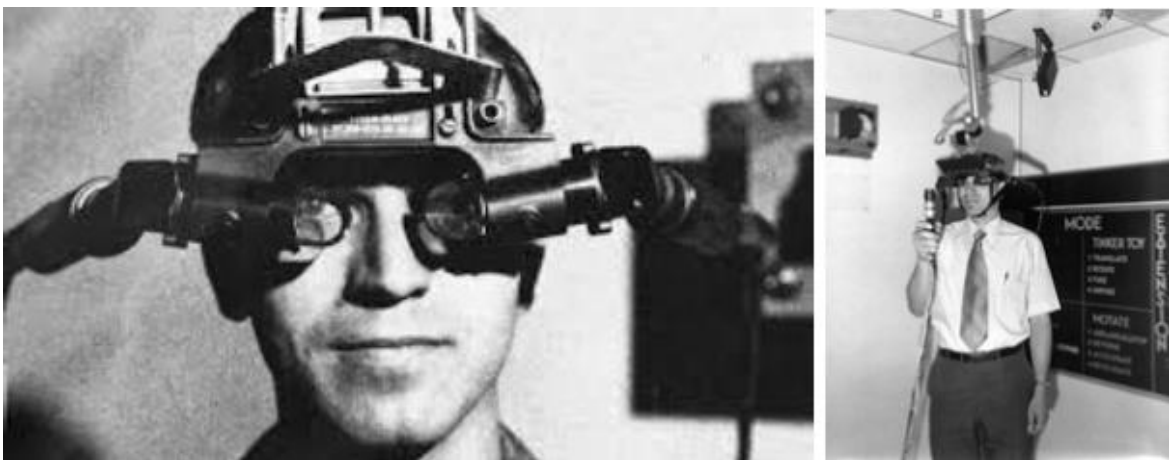
Σε αυτή την παράγραφο θα προσπαθήσουμε να κάνουμε μία, όσο είναι δυνατόν συμπυκνωμένη, ιστορική αναδρομή στο χώρο της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Το μεγαλύτερο κομμάτι του υλικού αυτής της παραγράφου, αντλείται από την πολύ πρόσφατη εργασία ανασκόπησης των Billinghamurst, κ.α. (Billinghurst, Clark και Lee, 2015). Σε κάποιες περιπτώσεις θα αναφερθούμε σε μετρήσεις ή προβλέψεις σχετικά με τη δημοφιλία της ΕΠ καθώς και την αφομοίωσή της από την αγορά. Μιας και σε έναν χώρο όπως αυτόν της ΕΠ το τοπίο αλλάζει πολύ γρήγορα, αποφασίσαμε να κρατήσουμε τις αναφορές της ανασκόπησης των Billinghamurst κ.α., ανανεώνοντάς τες όμως από τις πρωτότυπες πηγές, ώστε να αντικατοπτρίζουν τις πιο πρόσφατες τάσεις.

Αν και η Επαυξημένη Πραγματικότητα έγινε δημοφιλής κυρίως τα τελευταία χρόνια, η τεχνολογία δεν είναι καθόλου καινούργια. Εδώ και πολλά χρόνια οι άνθρωποι χρησιμοποιούν φακούς, καθρέπτες και φώτα προκειμένου να δημιουργήσουν εικονικά αντικείμενα στον πραγματικό κόσμο. Το πιο παλιό παράδειγμα επίτευξης αυτού του σκοπού έρχεται μάλιστα από το χώρο του θεάτρου του 17^{ου} αιώνα και την τεχνική Pepper's Ghost, στην οποία

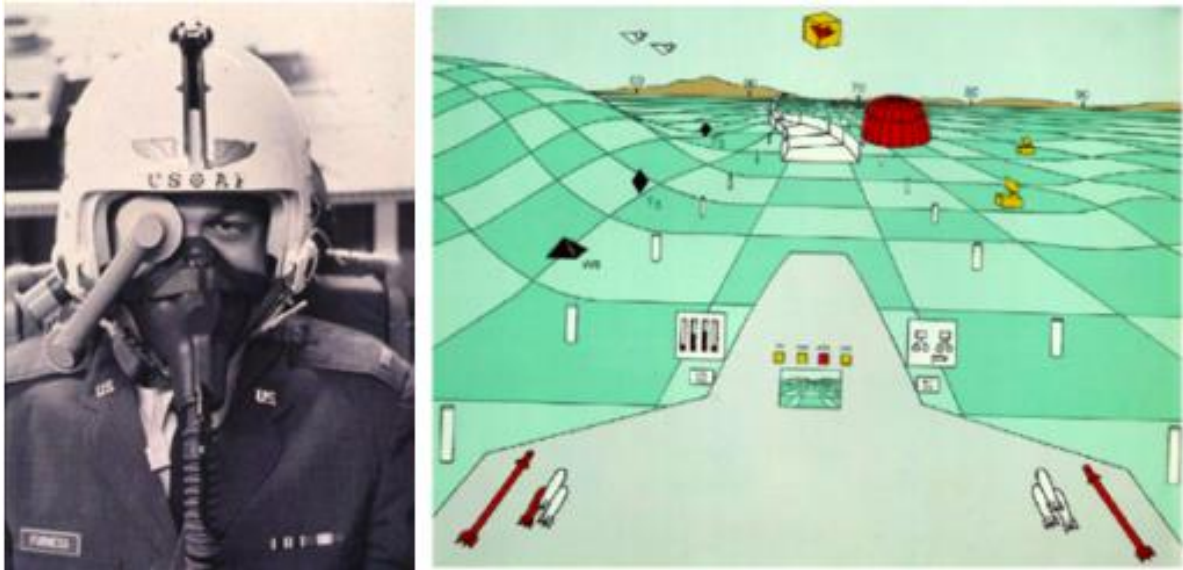
αναφερθήκαμε στο Κεφάλαιο 2. Ωστόσο, η πρώτη προσπάθεια για δημιουργία ενός περιβάλλοντος ΕΠ με χρήση υπολογιστή έγινε από τον Ivan Sutherland.

Ο Sutherland, που είναι γνωστός για την έρευνά του στο χώρο των διαδραστικών γραφικών, κατασκεύασε το 1968, μαζί με τον Bob Sproull, το πρώτο πρωτότυπο ενός συστήματος ΕΠ (Sutherland, 1968). Πρόκειται για μία συσκευή που συνδυάζει μία οπτική συσκευή απεικόνισης σε μορφή Head Mounted Display, με ένα μηχανικό σύστημα ανίχνευσης κίνησης που στηρίζεται στην οροφή του εργαστηρίου (Εικόνα 14). Αργότερα το μηχανικό σύστημα αντικαταστάθηκε από ένα σύστημα υπερήχων που διευκόλυνε τη χρήση της συσκευής. Αν και σήμερα μπορεί να φαίνεται πρωτόγονο, το σύστημα του Sutherland επέτρεπε την επαύξηση του πραγματικού περιβάλλοντος με τρισδιάστατα γραφικά, κάτι ιδιαίτερα καινοτόμο για την εποχή.

Η δουλειά του Sutherland ενέπνευσε πολλούς ερευνητές στο χώρο της εικονικής πραγματικότητας, όμως στην επόμενη εικοσαετία η έρευνα γύρω από την ΕΠ μεταφέρθηκε από τα πανεπιστήμια στα εργαστήρια του αμερικάνικου στρατού και της κυβέρνησης. Ο Tom Furness δούλεψε στο πρόγραμμα Super-Cockpit για την αμερικάνικη πολεμική αεροπορία και, μαζί με άλλους, έψαχνε τρόπο να παρουσιάσει στους πιλότους πολύπλοκες πληροφορίες με απλό τρόπο κατά την ώρα της πτήσης. Η έρευνά τους κατέληξε σε ένα Head Mounted Display το οποίο λειτουργούσε είτε υπερθέτοντας πληροφορίες στο πραγματικό κόσμο, είτε δημιουργώντας ένα ολόκληρο εικονικό περιβάλλον που αντικαθιστούσε το πραγματικό, για περιπτώσεις όπου η ορατότητα ήταν περιορισμένη (Εικόνα 15). Πρόκειται ουσιαστικά για τον πρόγονο των σύγχρονων συστημάτων που αξιοποιούνται στην αεροπορία, όπως το κράνος με σύστημα στόχευσης που χρησιμοποιείται στο ελικόπτερο Apache.



Εικόνα 14: Το πρωτότυπο σύστημα ΕΠ του Ivan Sutherland (Sutherland, 1968)



Εικόνα 15: Το *Super Cockpit* της αμερικάνικης πολεμικής αεροπορίας (Furness, 1986) (α) Πιλότος που φοράει το κράνος – HMD (αριστερά) και (β) σχέδιο της σκηνής όπως φαίνεται μέσα από το κράνος (δεξιά)

Η στρατιωτική έρευνα ενέπνευσε τους μηχανικούς της NASA, οι οποίοι πειραματίστηκαν με αυτές τις ιδέες και προσπάθησαν να δημιουργήσουν μία νέα διεπαφή χρήστη για τους αστροναύτες. Η έρευνα αυτή, που έγινε μέσα από το πρόγραμμα VIEW (Virtual Interface Environment Workstation), έδωσε μεγάλη ώθηση στην έρευνα γύρω από την εικονική πραγματικότητα. Ένα σημαντικό επίτευγμα ήταν η ανάπτυξη της ιδέας μία διαφορετικής διεπαφής που θα αξιοποιούσε τα χέρια του χρήστη, δημιουργώντας ένα γάντι με όνομα *DataGlove*, που μπορούσε να αντιληφθεί την κίνηση του χεριού του χρήστη και να τη μεταφέρει στο εικονικό περιβάλλον.

Οι ανακαλύψεις αυτές έδωσαν σημαντική ώθηση στην ακαδημαϊκή κοινότητα και πλέον στις αρχές του 1990 η έρευνα εντάθηκε και πάλι στα πανεπιστήμια, με τον Furness να έχει εγκαταλείψει στα 1989 την πολεμική αεροπορία και να ηγείται του Human Interface Technology Laboratory του πανεπιστημίου Ουάσιγκτον. Αυτή την περίοδο αρχίζει να αναπτύσσεται και να εγκαθιδρύεται και οι θεωρία γύρω από την ΕΠ, με τους Milgram, Azuma, Fuchs και πολλούς άλλους να συγγράφουν ένα μεγάλο μέρος της ακαδημαϊκής βιβλιογραφίας του χώρου. Κάποιες από τις σημαντικότερες δουλειές της εποχής παρουσιάστηκαν αναλυτικά στην προηγούμενη παράγραφο που αφορά τη θεωρητική θεμελίωση της ΕΠ.

Την ίδια περίοδο οι Dave Mizell και Tom Caudell, που δουλεύουν στη Boeing, αναζητούν τρόπους χρήσης της ΕΠ στη βιομηχανία. Προσπαθούν να βελτιώσουν τη δουλειά των εργαζομένων με το να δείχνουν πληροφορίες που τους βοηθούν στην πραγματοποίηση

συνδέσεων φυσικών καλωδίων. Ο όρος Επαυξημένη Πραγματικότητα συχνά πιστώνεται στον Caudell, αφού εξέδωσε την πρώτη ερευνητική δουλειά που τον χρησιμοποιεί (Caudell και Mizell, 1992).

Στα μέσα της δεκαετίας του 1990 η έρευνα είχε αρχίσει να αποδίδει, βρίσκοντας λύσεις και εγκαθιδρύοντας μια σειρά από βέλτιστες πρακτικές σε όλους τους τεχνολογικούς τομείς της ΕΠ, όπως η ανίχνευση θέσης, η συσκευές απεικόνισης και η αλληλεπίδραση. Έτσι, άρχισαν να εμφανίζονται ενδιαφέρουσες εφαρμογές σε νέες, ανεξερεύνητες περιοχές. Οι Rekimoto (1996), Billinghamurst (1998), Schmalstieg και Szalavari (1998) εξερευνούσαν εφαρμογές που επέτρεπαν τη συνεργασία ανθρώπων που βρίσκονται στον ίδιο χώρο, ενώ αργότερα, προέκυψαν ιατρικές εφαρμογές, όπως εμφάνιση ακτινογραφιών πάνω στο σώμα του ασθενή (Navab, Bani-Kashemi και Mitschke, 1999) ή ακόμα και εγχειρήσεις υποβοηθούμενες από εικόνες (Braga κ.ά., 2002).

Με την συγγενική περιοχή της φορητής υπολογιστικής (wearable computing) να γνωρίζει άνθηση την ίδια περίοδο, η μίξη των δύο ήταν αναπόφευκτη. Έγιναν προσπάθειες δημιουργίας υπολογιστικών συστημάτων που θα μπορούσαν να φοριούνται κατά τη διάρκεια όλης της ημέρας. Πλέον οι κάσκες (HMDs) ήταν η λογική επιλογή διεπαφής για ένα διαδραστικό σύστημα ΕΠ. Με συνδυασμό διαφορετικών τεχνικών ανίχνευσης θέσης και κίνησης, δημιουργήθηκαν νέες εφαρμογές που πολλές φορές αφορούσαν και εξωτερικό χώρο (Feiner κ.ά., 1997; Thomas κ.ά., 1998). Όπως φαίνεται όμως και από την Εικόνα 16, οι τεχνολογία της εποχής, αν και εντυπωσιακή ήταν αρκετά πολύπλοκη και δύσχρηστη, με τους χρήστες να πρέπει να μεταφέρουν αρκετό βάρος προκειμένου να βιώσουν μία εμπειρία ΕΠ.



Εικόνα 16: A touring machine (Feiner κ.ά., 1997)

Μία από τις σημαντικότερες εξελίξεις στο χώρο της ΕΠ ήρθε από τον Jum Rekimoto και την ομάδα του, οι οποίοι ανέπτυξαν μία απλή τεχνική ανίχνευσης με χρήση τυπωμένων χαρακτηριστικών μοτίβων (J. Rekimoto, 1996). Αυτή η τεχνική, που χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα, βοήθησε πολύ την ανάπτυξη νέων εφαρμογών, αφού ήταν κατά πολύ φτηνότερη από τα μαγνητικά συστήματα που χρησιμοποιούνταν μέχρι τότε. Η έρευνα αυτή κατέληξε στην ανάπτυξη του CyberCode (Rekimoto και Ayatsuka, 2000), ενώ ενέπνευσε και άλλους ερευνητές να

ακολουθήσουν παρόμοιους δρόμους. Με τη δημιουργία του ARToolKit (Kato και Billinghurst, 1999), που βασίζεται στην ίδια λογική, και τη διαμοίρασή του ως ελεύθερο και ανοιχτού κώδικα¹⁹ λογισμικό, η τεχνολογία της ΕΠ έγινε προσιτή σε όλους. Οι νέες αυτές τεχνικές ήταν πολύ σημαντικές, πέρα από το μειωμένο τους κόστος, γιατί έλυναν δύο βασικά προβλήματα: (α) την ανίχνευση της οπτικής του χρήστη και (β) την διάδραση με πραγματικά αντικείμενα. Οι τεχνολογίες αυτές αναλύονται σε μεγαλύτερο βάθος στην παράγραφο 4.1 που αφορά τις τεχνικές ανίχνευσης.

Οι εξελίξεις αυτές της δεκαετίας του 1990 συνέπεσαν με την εξερεύνηση μιας ακόμα περιοχής που επηρέασε άμεσα την έρευνα στην ΕΠ, αυτή των φορητών συσκευών. Αρχικά, οι ερευνητές χρησιμοποιούσαν οθόνες συνδεδεμένες με υπολογιστή (Fitzmaurice, 1993) ή ακόμα και προσαρμοσμένες ψηφιακές κάμερες (Rekimoto και Nagao, 1995) για να αξιοποιήσουν την τεχνολογία, ενώ αργότερα τα PDAs (φορητοί υπολογιστές τσέπης) επέτρεψαν την ασύρματη επικοινωνία με τον υπολογιστή (Geiger κ.ά., 2001). Φυσικά, οι φορητές συσκευές άρχισαν να γίνονται όλο και πιο ισχυρές σε επεξεργαστική ισχύ και ολόκληρη η εργασία της οπτικής ανίχνευσης και επίθεσης των ψηφιακών εικόνων, γινόταν πλέον στις ίδιες τις συσκευές χωρίς να χρειάζεται απομακρυσμένος υπολογιστής. Το 2004, το ARToolKit έγινε διαθέσιμο για κινητά τηλέφωνα (Henrysson και Ollila, 2004), ενώ η έκρηξη της αγοράς των έξυπνων κινητών τηλεφώνων της επόμενης δεκαετίας επέτρεψε ακόμα μεγαλύτερα επιτεύγματα στο χώρο της φορητής υπολογιστικής.

Οι όλο και περισσότεροι ερευνητές που ασχολούνταν με την ΕΠ, άρχισαν να δημιουργούν μία νέα κοινότητα σε όλο τον κόσμο. Το πρώτο συνέδριο πραγματοποιήθηκε το 1998 στα πλαίσια της Association for Computing Machinery (ACM) και ονομάστηκε International Workshop on Augmented Reality (IWAR). Ακολουθήθηκε από τα International Symposium on Mixed Reality (ISMR) το 1999 και το International Symposium on Augmented Reality (ISAR) το 2000. Τα δύο συμπόσια συμπύχθηκαν σε ένα το 2002, με την ονομασία International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR). Αυτό είναι και το πιο σημαντικό συνέδριο του χώρου και συμβαίνει μέχρι και σήμερα.

Λίγο πριν το 2000, άρχισαν να δημιουργούνται οι πρώτες εταιρίες που αφορούσαν αποκλειστικά την αξιοποίηση της ΕΠ. Πρώτη ήταν η Γαλλική Total immersion²⁰ που είχε στόχο

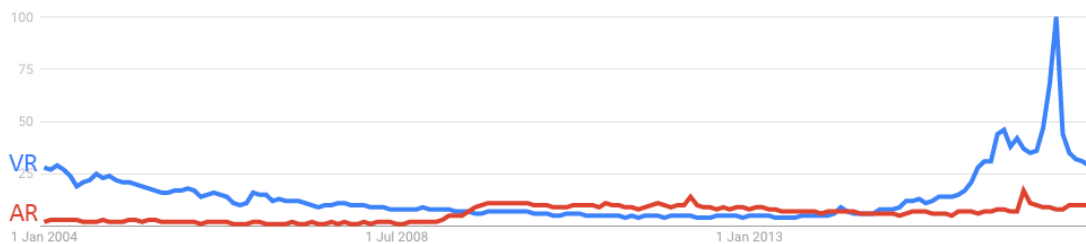
¹⁹ <http://artoolkit.sourceforge.net/>

²⁰ <http://www.t-immersion.com/>

τη δημιουργία εμπειριών που βασίζονται στην τοποθεσία του χρήστη. Το 2001 εμφανίστηκε η ARToolworks²¹ που ανέλαβε την εμπορική εκμετάλλευση του ARToolKit και έγινε η πρώτη εταιρία ΕΠ που απευθύνεται σε προγραμματιστές. Η Metaio²², που αποτέλεσε ισχυρό όνομα τα επόμενα χρόνια, δημιουργήθηκε το 2003 μέσω του προγράμματος ARVIKA της Volkswagen.

Η τεχνολογία αποκτούσε όλο και περισσότερες εφαρμογές, σε μουσεία, σε θεματικά πάρκα μέχρι ακόμα και στην κάλυψη αγώνων της τηλεόρασης, όπου ψηφιακά στοιχεία άρχισαν να εμφανίζονται πάνω στα γήπεδα, δίπλα στους αθλητές. Μία από τις πρώτες εμπορικές εφαρμογές που έφτασε σε μεγάλο πλήθος καταναλωτών είναι το *The Eye of Judgement*²³ που κυκλοφόρησε για το PlayStation 3 της Sony τον Οκτώβριο του 2007.

Η εμπορική εκμετάλλευση της ΕΠ την έκανε όλο και πιο δημοφιλή στο κοινό εκτός των πανεπιστημίων και των ερευνητικών εργαστηρίων. Η κρίσιμη καμπή αυτής της πορείας έγινε το 2009, όπως μπορεί να φανεί και στο παρακάτω διάγραμμα, από το Google Trends²⁴.



Εικόνα 17: Σύγκριση του αριθμού αναζητήσεων στο Google για τους όρους "Virtual Reality" (μπλε) και "Augmented Reality" (κόκκινο) από το 2004 έως και σήμερα [πηγή: <https://trends.google.com>]

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 17 η δημοφιλία της Εικονικής Πραγματικότητας έπεφτε σταδιακά από το 2004, ενώ της Επαυξημένης Πραγματικότητας παρέμενε σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Το 2009 παρατηρούμε μία αύξηση της Επαυξημένης Πραγματικότητας η οποία γίνεται σταδιακά και παραμένει μέχρι το 2013 δημοφιλέστερη της Εικονικής. Οι λόγοι για αυτή την αύξηση είναι κυρίως τρεις: (1) η δημιουργία ΕΠ που βασίζεται στην τεχνολογία flash και έκανε πιο εύκολο τον προγραμματισμό, (2) η ΕΠ σε smartphone, και (3) η αξιοποίηση της ΕΠ σε εμπορικές καμπάνιες. Το σκηνικό αλλάζει τον Ιούνιο του 2013, με τις αναζητήσεις για την Εικονική Πραγματικότητα να σημειώνουν μεγάλη άνοδο, η οποία σαφώς συνδέεται με την κυκλοφορία

²¹ <http://www.artoolworks.com/>

²² <http://www.metaio.eu/>

²³ <https://www.playstation.com/en-us/games/the-eye-of-judgment-ps3/>

²⁴ <https://trends.google.com>

του Oculus Rift²⁵ και άλλων οικονομικά προσιτών Head Mounted Displays που έφεραν την Εικονική Πραγματικότητα κοντά σε πολύ μεγαλύτερο κοινό. Παρόλα αυτά, δε βλέπουμε τη δημοφιλία της Επαυξημένης Πραγματικότητας να μειώνεται, ενώ μπορούμε να πούμε ότι είχε μικρή αύξηση, πράγμα που πιθανώς οφείλεται στην κυκλοφορία του Pokémon GO.

Στις μέρες μας η βιομηχανία της ΕΠ είναι σε ανοδική πορεία με τους χρήστες να έρχονται σε επαφή με την τεχνολογία με διάφορους τρόπους, πιο συχνά μέσω του web στον υπολογιστή τους ή των κινητών τηλεφώνων τους, αλλά ακόμα και με φορητές συσκευές όπως το Google Glass. Η ανάπτυξη εφαρμογών ΕΠ είναι πιο εύκολη από ποτέ με το ARToolKit να είναι ακόμη διαθέσιμο και να εξελίσσεται, ενώ το πιο σύγχρονο Vuforia²⁶ καλύπτει σχεδόν όλες τις δημοφιλής πλατφόρμες. Υπάρχουν ακόμη πλατφόρμες που διαθέτουν εργαλεία συγγραφής που επιτρέπουν σε μη προγραμματιστές να δημιουργήσουν εφαρμογές ΕΠ, όπως το Wikitude²⁷ και το BuildAR²⁸. Η τεχνολογία της Εικονικής Πραγματικότητας αρχίζει να εφαρμόζεται όλο και περισσότερο και στην Επαυξημένη με νέα HMDs να εμφανίζονται και να υποστηρίζουν την μηχανή παιχνιδιών Unity²⁹, ακριβώς όπως και τα HMDs της Εικονικής Πραγματικότητας. Ο βασικός παίκτης σε αυτή την κατηγορία είναι αυτή τη στιγμή η Microsoft με το HoloLens³⁰, όμως μικρότερες εταιρίες όπως η Meta³¹ κυκλοφορούν ήδη αντίστοιχες συσκευές, ενώ αναμένεται και η σημαντική είσοδος του Magic Leap³² από μία μυστηριώδη εταιρία που έχει την υποστήριξη μεγαλύτερων εταιριών όπως η Google.

Όλα δείχνουν πως η Επαυξημένη Πραγματικότητα είναι έτοιμη να γνωρίσει παρόμοια άνθιση με αυτή της Εικονικής, τα επόμενα χρόνια. Αυτό υποστηρίζει και όμιλος Gartner ο οποίος κάθε χρόνο δημιουργεί ένα γράφημα που ονομάζει Hyper Cycle³³ και αφορά τον κύκλο ζωής συγκεκριμένων τεχνολογιών. Η μέθοδός τους προβλέπει την εξέλιξη της κάθε τεχνολογίας και υπολογίζει το πότε αυτή θα γίνει ευρέως αποδεκτή στην αγορά. Το πιο πρόσφατο γράφημα του 2016 φαίνεται στην Εικόνα 18, όπου βλέπουμε ότι η Επαυξημένη Πραγματικότητα φτάνει στο

²⁵ <https://www.oculus.com/rift/>

²⁶ <https://www.vuforia.com/>

²⁷ <https://www.wikitude.com/>

²⁸ <http://www.buildar.org/>

²⁹ <https://unity3d.com/>

³⁰ <https://www.microsoft.com/en-us/hololens>

³¹ <https://www.metavision.com/>

³² <https://www.magicleap.com/#/home>

³³ <http://www.gartner.com/technology/research/hype-cycles/>

τέλος της καμπής «απογοήτευσης» και οδεύει προς την άνοδο και την πλήρη ενσωμάτωσή της η οποία προβλέπεται να έρθει στα επόμενα 5-10 χρόνια.



Εικόνα 18: Gartner's Hyper Cycle for Emerging Technologies 2016

[πηγή: <http://www.gartner.com/newsroom/id/3412017>]

3.3 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Σε αυτό το κεφάλαιο ορίσαμε την έννοια της Επαυξημένης Πραγματικότητας και την τοποθετήσαμε μέσα στο θεωρητικό πλαίσιο του ευρύτερου επιστημονικού πεδίου της Μεικτής Πραγματικότητας (Milgram κ.ά., 1994), δίπλα στην Εικονική Πραγματικότητα, την Επαυξημένη Εικονικότητα και άλλες συγγενικές έννοιες. Είδαμε ακόμη μία διαφορετική θεωρητική προσέγγιση που κατατάσσει στην Επαυξημένη Πραγματικότητα στο χώρο της Διαμεσολαβημένης Πραγματικότητας (Mann, 2002) ορίζοντας επιπλέον την έννοια της Μειωμένης Πραγματικότητας, όπου το περιβάλλον αντί να επαυξάνεται, μειώνεται. Στο θεωρητικό μοντέλο των Smart κ.α. (2007) φάνηκε πως η Επαυξημένη Πραγματικότητα μπορεί να οριστεί και μέσα από τον σκοπό της εκάστοτε εφαρμογής προσθέτοντας στο θεωρητικό

μοντέλο ταξινόμησης τον άξονα που αφορά το βαθμό εξωτερίκευσης της αλληλεπίδρασης του χρήστη ως προς τον κόσμο.

Επιπλέον, παρουσιάσαμε την πορεία της Επαυξημένης Πραγματικότητας, από τις πρώτες αναλογικές εφαρμογές, στα εργαστήρια του στρατού και τον πανεπιστημίων και φτάσαμε μέχρι τις μέρες, όπου τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα βοηθούν στη ραγδαία επιτάχυνση της τεχνολογίας. Στα επόμενα χρόνια, με τη δημιουργία πιο ολοκληρωμένων τεχνολογικών λύσεων, περιμένουμε την εγκαθίδρυση της επαυξημένης πραγματικότητας στο εμπορικό χώρο και την αξιοποίησή της σε νέα πεδία, όπως για παράδειγμα οι παραστατικές τέχνες και άλλα καλλιτεχνικά πεδία, όπως ζωγραφική, γλυπτική, διαδραστικές εγκαταστάσεις, κ.α..

Στο επόμενο κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Θα δούμε τους τρόπους ανίχνευσης του εξωτερικού περιβάλλοντος αλλά και τους διάφορους τύπους συσκευών απεικόνισης που χρησιμοποιούνται.

4. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

4.1 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ

Όπως είδαμε στην παράγραφο 3.1, σύμφωνα με τον, ευρέως αποδεκτό, ορισμό του Azuma, προκειμένου ένα σύστημα να συγκαταλέγεται στην κατηγορία της τεχνολογίας Επαυξημένης Πραγματικότητας πρέπει να:

1. συνδυάζει πραγματικό και εικονικό περιεχόμενο
2. είναι διαδραστική σε πραγματικό χρόνο
3. καταγράφεται στον τρισδιάστατο χώρο

Η 3^η απαίτηση είναι αυτή που διαφοροποιεί πλήρως ένα σύστημα ΕΠ, από άλλα τεχνολογικά συστήματα, όπως για παράδειγμα αυτό της εικονικής πραγματικότητας. Ουσιαστικά, η απαίτηση αυτή προδιαγράφει ένα σύστημα που έχει τη δυνατότητα να «προσθέσει» την εικονική πληροφορία στον πραγματικό χώρο, στον οποίο βρίσκεται ο χρήστης, με τρόπο που να γίνεται και αυτή μέρος του περιβάλλοντος. Αυτό μπορεί να σημαίνει την προσθήκη κειμένου, εικόνας ή τρισδιάστατων αντικειμένων στο χώρο, την αναπαραγωγή ψηφιακών αρχείων ήχου σε συγκεκριμένα σημεία της πόλης ή κάτι εντελώς διαφορετικό. Σε κάθε περίπτωση, ένα τέτοιο σύστημα απαιτεί την συνεχή ανίχνευση του περιβάλλοντος και της σχέσης του χρήστη με αυτό (θέση, προσανατολισμός). Σε αυτή την παράγραφο θα περιγράψουμε τις βασικές τεχνικές ανίχνευσης που αξιοποιούνται από τα συστήματα ΕΠ.

Η ανίχνευση του χρήστη γίνεται συνήθως χρησιμοποιώντας κάποιο σταθερό σημείο στο χώρο και εξετάζοντας τη θέση και τον προσανατολισμό του σε σχέση με αυτό το σημείο. Ο τύπος αυτής της σταθεράς στο χώρο αλλάζει, ανάλογα με την τεχνική ανίχνευσης που χρησιμοποιείται σε κάθε περίπτωση.

4.1.1 ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΤΕΣ

Οι μαγνητικοί ανιχνευτές είναι συσκευές που αξιοποιούν τις ιδιότητες του μαγνητικού πεδίου προκειμένου να εντοπίσουν τη θέση και τον προσανατολισμό ενός δέκτη σε σχέση με έναν πομπό, ο οποίος χρησιμοποιείται ως σταθερά. Η μαγνητική ανίχνευση λειτουργεί ως εξής: ο πομπός παράγει εναλλασσόμενα μαγνητικά πεδία, τα οποία εντοπίζονται από έναν ή περισσότερους δέκτες. Στη συνέχεια, καταγράφοντας την πόλωση και την ένταση του μαγνητικού πεδίου που εντοπίστηκε, είναι δυνατό να υπολογιστεί η θέση και ο προσανατολισμός του κάθε δέκτη.

Όταν χρησιμοποιείται στη Επαυξημένη Πραγματικότητα, ο πομπός του μαγνητικού ανιχνευτή χρησιμοποιείται ως το σημείο «μηδέν» του εικονικού συστήματος συντεταγμένων και έτσι, τοποθετώντας έναν δέκτη στη θέση του χρήστη, μπορεί να υπολογίζεται η θέση και ο προσανατολισμός του (Caudell και Mizell, 1992).

Στα θετικά των μαγνητικών ανιχνευτών συγκαταλέγονται η υψηλή συχνότητα ανίχνευσης, το μικρό μέγεθος και βάρος των δεκτών, αλλά και το γεγονός ότι δεν επηρεάζονται από εμπόδια στο περιβάλλον, αφού τα μαγνητικά κύματα διαπερνούν τα αντικείμενα. Ωστόσο η απόδοσή τους μειώνεται γρήγορα καθώς αυξάνει η απόσταση μεταξύ πομπού και δέκτη (Nixon κ.ά., 1998), ενώ επηρεάζονται έντονα από μαγνητικά αντικείμενα και ηλεκτρομαγνητικά πεδία (Bhatnagar, 1993).

4.1.2 ΟΠΤΙΚΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΤΕΣ

Η ανίχνευση με χρήση οπτικής, αξιοποιεί οπτικούς αισθητήρες και επεξεργασία των σημάτων τους για τον εντοπισμό της θέσης και του προσανατολισμού μίας κάμερας. Οι οπτικοί αισθητήρες που χρησιμοποιούνται χωρίζονται σε τρεις κύριες κατηγορίες (Billinghurst κ.ά. 2015):

1. Αισθητήρες Υπέρουθρων
2. Αισθητήρες Ορατού Φωτός
3. Αισθητήρες Τρισδιάστατης Ανακατασκευής

Στις μέρες μας, η οπτική ανίχνευση έχει γίνει πολύ δημοφιλής στις εφαρμογές ΕΠ, κυρίως λόγω των αυξημένων δυνατοτήτων σε φορητές συσκευές, όπως smartphones και tablets, που περιλαμβάνουν συνδυασμό κάμερας, οθόνης και επεξεργαστικής ισχύος, ικανό ώστε να επιτύχουν σωστή και γρήγορη ανίχνευση του περιβάλλοντος. Στη συνέχεια θα δούμε λίγο πιο αναλυτικά την κάθε υποκατηγορία οπτικών ανιχνευτών και την εφαρμογή τους στην ΕΠ.

4.1.2.1 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΥΠΕΡΥΘΡΩΝ

Οι αισθητήρες υπέρυθρων αποτελούν μία από τις πιο παλιές τεχνικές οπτικής ανίχνευσης. Μία από τις πρώτες εφαρμογές ήταν η χρήση στόχων που εξέπεμπαν ή αντανακλούσαν φως, το οποίο έκανε τον εντοπισμό τους εύκολο, λόγω της έντονης διαφοράς φωτεινότητας σε σχέση με το περιβάλλον (Bajura και Neumann, 1995). Μάλιστα, οι στόχοι που εξέπεμπαν το δικό τους φως, γινόταν εύκολα αισθητοί ακόμα και σε συνθήκες δύσκολου φωτισμού, σκιών, κλπ.. Αυτοί οι φωτεινοί στόχοι τοποθετούνταν είτε στο αντικείμενο που έπρεπε να ανιχνευτεί με την

κάμερα σε κάποιο εξωτερικό σημείο, είτε στο περιβάλλον με την κάμερα τοποθετημένη στο αντικείμενο που έπρεπε να ανιχνευτεί. Η πρώτη τεχνική ονομάστηκε «outside-looking-in» (Ribo, Pinz και Fuhrmann, 2001), ενώ η δεύτερη «inside-looking-out» (Gottschalk και Hughes, 1993).

Η τεχνική inside-looking-out είναι αυτή που έχει χρησιμοποιηθεί περισσότερο σε εφαρμογές ΕΠ λόγω της μεγαλύτερης ακρίβειας που επιτυγχάνει. Συνήθως τοποθετείται μία κάμερα πάνω σε μία κάσκα που φοράει ο χρήστης και μία σειρά από υπέρυθρες λάμπες τύπου LED τοποθετούνται στην οροφή. Οι λάμπες αναβοσβήνουν σε συγκεκριμένο και γνωστό μοτίβο και έτσι μπορούν να αναγνωριστούν από τον υπολογιστή που επεξεργάζεται το σήμα της κάμερας και εν συνεχεία να υπολογιστεί η σχετική θέση και ο προσανατολισμός του χρήστη (Welch κ.ά., 1999). Τα μεγαλύτερα προβλήματα αυτής της τεχνικής είναι η ανάγκη προετοιμασίας του χώρου και το αυξημένο βάρος της κάσκας που φοράει ο χρήστης λόγω της κάμερας.



Εικόνα 19: Σχέδιο χρήσης ενός inside-looking out συστήματος ανίχνευσης με αισθητήρες υπέρυθρων (αριστερά). Γραμμή με λάμπες τύπου LED τοποθετημένες στην οροφή (μέση) και κάμερα ανίχνευσης (δεξιά) (Welch κ.ά., 1999)

Αν και τα συστήματα ανίχνευσης με χρήση υπέρυθρων είναι σταθερά και ακριβή, δεν χρησιμοποιήθηκαν ευρέως γιατί εμπεριέχουν σημαντική πολυπλοκότητα, είναι ακριβά και απαιτούν πολύ εξοπλισμό και μεγάλες αλλαγές στο περιβάλλον ανίχνευσης.

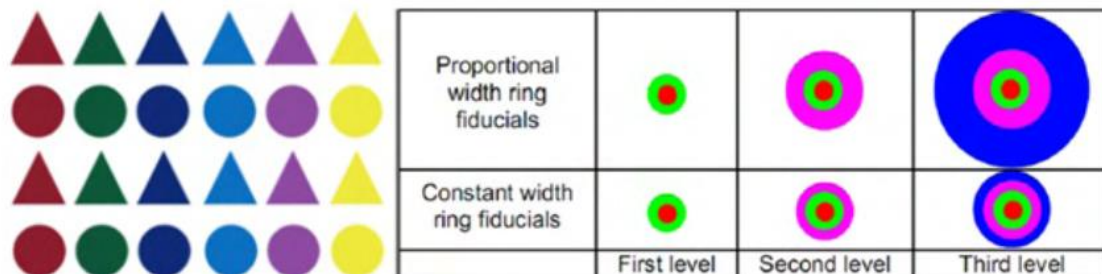
4.1.2.2 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΟΡΑΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Οι αισθητήρες ορατού φωτός είναι οι πιο διαδεδομένη μορφή οπτικών αισθητήρων, αφού μπορούν να βρεθούν με τη μορφή απλής κάμερας σε προσωπικούς υπολογιστές, smartphones, tablets ή ακόμα και σε φορητές συσκευές (wearable devices). Σε αυτή την κατηγορία αισθητήρων υπάρχουν τρεις βασικές τεχνικές ανίχνευσης της θέσης και του προσανατολισμού του χρήστη:

- Ανίχνευση με χρήση δεικτών αναφοράς (fiducial tracking)

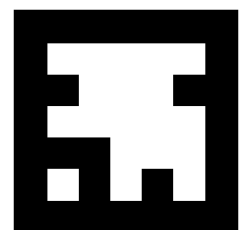
- Ανίχνευση με εντοπισμό φυσικών χαρακτηριστικών (natural feature tracking)
- Ανίχνευση βασισμένη σε μοντέλα (model based tracking)

Η **ανίχνευση με χρήση δεικτών αναφοράς** αποτελεί την πιο εύκολη τεχνική και αυτή που χρησιμοποιήθηκε στα συστήματα ΕΠ την εποχή που η έρευνα γύρω από την οπτική με υπολογιστές ήταν αρκετά περιορισμένη, αλλά και η ισχύς των υπολογιστών και η ευκρίνεια των οπτικών αισθητήρων δεν επαρκούσε για πιο πολύπλοκες τεχνικές. Οι δείκτες αναφοράς είναι προκατασκευασμένα χαρακτηριστικά σύμβολα, που προστίθενται στο χώρο ενδιαφέροντος προκειμένου να βοηθήσουν το σύστημα ανίχνευσης. Ο τύπος και η πολυπλοκότητα των δεικτών αναφοράς ποικίλει αναλόγως με την εφαρμογή. Ένα παράδειγμα δεικτών αναφοράς σε μορφή πολύχρωμων αυτοκόλλητων φαίνεται στην Εικόνα 20. Αρχικά χρησιμοποιούταν πολύχρωμες λάμπες LED ή κομμάτια χαρτιού, τα οποία γινόταν αντιληπτά από μία κάμερα με χρήση ταιριάσματος χρώματος. Αργότερα, προστέθηκαν περισσότερα χαρακτηριστικά στα στους δείκτες αναφοράς, όπως για παράδειγμα στους δείκτες τύπου multi-rings (Εικόνα 20), κάνοντας πιο εύκολη την αναγνώρισή τους σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Με αυτή την τεχνική, η θέση και ο προσανατολισμός της κάμερας μπορεί να εντοπιστεί αν υπάρχουν τουλάχιστον τέσσερις δείκτες αναφοράς στην σκηνή (Fischler και Bolles, 1981).



Εικόνα 20: Δείκτες αναφοράς σε μορφή έγχρωμων αυτοκόλλητων σχημάτων (αριστερά), Δείκτες αναφοράς σε μορφή multi-ring (δεξιά). (Youngkwan Cho, Jun Park και Neumann, 1997)

Λόγω της ευκολίας χρήσης, η ανίχνευση με δείκτες αναφοράς έγινε πολύ δημοφιλής από την αρχή, ενώ χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα, σε διάφορες παραλλαγές της. Κάθε υλοποίηση, βέβαια, έχει τα προβλήματά της, για αυτό και αυτή η τεχνική δε σταμάτησε να εξελίσσεται. Τα πρώτα σχήματα που χρησιμοποιήθηκαν απαιτούσαν, όπως είπαμε, την ύπαρξη τεσσάρων δεικτών μέσα σε μία σκηνή, όμως αργότερα χρησιμοποιήθηκε μια πιο απλή λύση με ένα μονοχρωματικό τετράπλευρο δείκτη του οποίου οι γωνίες αποτελούν τέσσερις διαφορετικούς δείκτες. Σε αυτή την κατηγορία



Εικόνα 21: Δείκτης αναφοράς ARToolKit

ανήκει και το ARToolKit, ένα εργαλείο που βοήθησε πολύ στη διάδοση των εφαρμογών ΕΠ, όπως αναφέρθηκε και στην ιστορική μας αναδρομή. Φυσικά, και το ARToolKit είχε κάποια βασικά προβλήματα, όπως για παράδειγμα τον λανθασμένο εντοπισμό δεικτών σε καθημερινά αντικείμενα. Όμως, νέα εργαλεία, όπως το ARtag (Fiala, 2005), ή επόμενες εκδόσεις, όπως το ARToolkitPlus (Wagner και Schmalstieg, 2007), έλυσαν τα προβλήματα και έφεραν την τεχνική σε ένα υψηλό επίπεδο σταθερότητας. Το εξαιρετικά δημοφιλές στις μέρες μας Vuforia, ανήκει επίσης στην κατηγορία ανίχνευσης με δείκτες αναφοράς.

Αν και η εξέλιξη της τεχνικής ανίχνευσης με δείκτες αναφοράς έλυσε πολλά προβλήματα και είναι πολύ γρήγορη και ακριβής, ένα σημαντικό πρόβλημα της είναι ότι απαιτείται η παραμετροποίηση του χώρου στον οποίο κινείται ο χρήστης του συστήματος. Αυτό σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να μην είναι επιθυμητό ή δυνατό να γίνει, ενώ μπορεί ήδη να υπάρχουν αρκετά χαρακτηριστικά αντικείμενα, όπως για παράδειγμα ένας ζωγραφικός πίνακας σε μία αίθουσα μουσείου. Σε αυτή την περίπτωση μπορεί να αξιοποιηθεί η **τεχνική του εντοπισμού φυσικών χαρακτηριστικών**. Ουσιαστικά, στην τεχνική αυτή αξιοποιούνται παρόμοιοι αλγόριθμοι με αυτούς των τεχνικών με δείκτες αναφοράς, όμως εδώ προηγείται η εκτέλεση προηγμένων αλγορίθμων επεξεργασίας εικόνας οι οποίοι επιτρέπουν την αναγνώριση συγκεκριμένων χαρακτηριστικών μέσα σε μία εικόνα (σημεία, γραμμές, γωνίες), τα οποία χρησιμοποιούνται στη συνέχεια ως δείκτες αναφοράς. Φυσικά, αυτές οι τεχνικές έγινε δυνατό να αναπτυχθούν με την σταδιακή αύξηση της υπολογιστικής ισχύος των συσκευών που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές ΕΠ. (Billinghurst, Clark και Lee, 2015)

Μία περισσότερο εξειδικευμένη τεχνική οπτικής ανίχνευσης είναι η **ανίχνευση βασισμένη σε μοντέλα**. Η λειτουργία της τεχνικής αυτής έγκειται στην αξιοποίηση γνωστών τρισδιάστατων δομών, προκειμένου να εντοπιστούν πραγματικά αντικείμενα στο χώρο. Σε πρώιμες εφαρμογές αυτού του χώρου, τα μοντέλα σχεδίαζονταν με το χέρι και η δομή του αντικειμένου υπολογιζόταν κατά προσέγγιση αξιοποιώντας διάφορα χαρακτηριστικά του, όπως γραμμές, κύκλους και σφαίρες (Comport, Marchand και Chaumette, 2003). Παρόμοια επεξεργασία γινόταν και στην εικόνα που ερχόταν από το περιβάλλον, προκειμένου να βρεθούν ομοιότητες με τα μοντέλα και έτσι να υπολογιστεί η θέση και ο προσανατολισμός της κάμερας στο χώρο (Wuest, Vial και Stricker, 2005). Ο συνδυασμός με την τεχνική εντοπισμού φυσικών χαρακτηριστικών έδωσε ακόμη μεγαλύτερη σταθερότητα (Vacchetti, Lepetit και Fua, 2003), ενώ επέτρεψε και την καλύτερη λειτουργία σε εξωτερικούς χώρους (Comport, Marchand και Chaumette, 2003). Αργότερα, στα μοντέλα προστέθηκαν υφές (Reitmayr και Drummond, 2007),

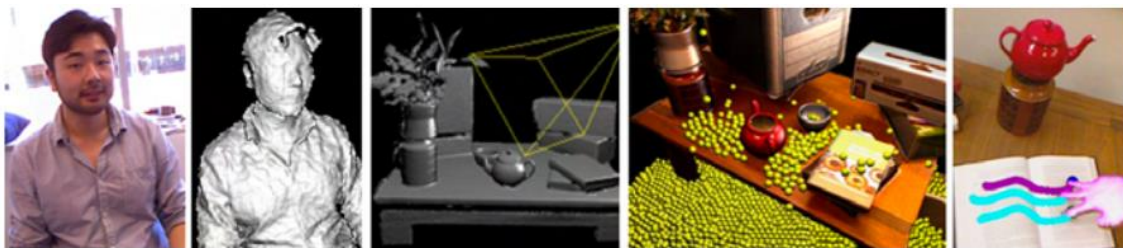
ενώ η ανάπτυξη της έννοιας των keyframes (Vacchetti, Lepetit και Fua, 2003) επέτρεψε την ανίχνευση ακόμα πιο πολύπλοκων περιβαλλόντων.

4.1.2.3 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΑΝΑΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Πιο πρόσφατα έχει παρουσιαστεί το ενδιαφέρον και η σχετική έρευνα για τεχνικές που επιτρέπουν την ταυτόχρονη κατασκευή ενός χάρτη του φυσικού χώρου και τον εντοπισμό της θέσης και του προσανατολισμού μέσα στον χώρο αυτό. Η τεχνική αυτή ονομάζεται SLAM (Simultaneous Localization and Map Building) και αναπτύχθηκε αρχικά με σκοπό τη χρήση της σε αυτόνομα ρομπότ. Γρήγορα όμως βρήκε τη θέση της στο χώρο της Επαυξημένης Πραγματικότητας.

4.1.3 ΑΝΙΧΝΕΥΤΕΣ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΔΟΜΩΝ

Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει αρκετά προσιτοί, εμπορικοί αισθητήρες που επιτρέπουν τον εντοπισμό τρισδιάστατων δομών στο χώρο, με πιο δημοφιλές το Microsoft Kinect (Zhang, 2012). Αυτοί οι αισθητήρες χρησιμοποιούν τεχνικές όπως το «δομημένο φως» (structure light) (Scharstein και Szeliski, 2003) ή το «time-of-flight» (Gokturk, Yalcin και Bamji, 2004), προκειμένου να συγκεντρώσουν πληροφορίες σχετικά με την θέση σημείων στον τρισδιάστατο χώρο. Με αυτούς του αισθητήρες, ανοίγουν νέες προοπτικές στο χώρο της ΕΠ, αφού γίνεται πολύ πιο προσιτή η ανίχνευση τρισδιάστατων αντικειμένων.



Εικόνα 22: KinectFusion. Από αριστερά προς τα δεξιά: Τυπική εικόνα RGB, 3D πλέγμα κατασκευασμένο από την απλή εικόνα, ανακατασκευασμένο μοντέλο του περιβάλλοντος, εφαρμογή ΕΠ με εικονικές μπάλες να συγκρούονται με πραγματικά αντικείμενα, αλληλεπίδραση με χρήση των χεριών. (Izadi κ.ά., 2011)

Το πιο γνωστό εργαλείο για εφαρμογές ΕΠ με Kinect, είναι το KinectFusion (Newcombe κ.ά., 2011), το οποίο χρησιμοποιεί πληροφορίες από τον αισθητήρα του Kinect για να δημιουργήσει μοντέλα πραγματικών αντικειμένων αλλά και να ανιχνεύσει τη θέση του Kinect στο χώρο. Στην Εικόνα 22 φαίνονται μερικές από τις δυνατότητες του KinectFusion. Εκτός από την ανίχνευση για σκοπούς της ΕΠ, επιτρέπει την ανακατασκευή πραγματικών αντικειμένων ή ολόκληρου του

περιβάλλοντος, διάδραση μεταξύ πραγματικών και εικονικών αντικειμένων αλλά και αλληλεπίδραση με το χρήστη μέσω αναγνώρισης των χειρών του.

4.1.4 ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΜΕ ΑΔΡΑΝΕΙΑΚΟΥΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

Αδρανειακοί ονομάζονται οι αισθητήρες, όπως τα επιταχυνσιόμετρα (accelerometers), τα γυροσκόπια και τα μαγνητόμετρα, που χρησιμοποιούνται για να υπολογίσουν το σχετικό προσανατολισμό και την ταχύτητα ενός αντικειμένου. Με αυτή τη μέθοδο, είναι δυνατό να ανιχνευτεί ο προσανατολισμός του αισθητήρα σε σχέση με το κέντρο της βαρύτητας, αλλά και η θέση του, παίρνοντας μετρήσεις σε σταθερά χρονικά διαστήματα και υπολογίζοντας της αλλαγές στην ταχύτητα. Πολλοί από αυτούς τους αισθητήρες βρίσκονται ενσωματωμένοι στις σύγχρονες έξυπνες κινητές συσκευές (smartphones, tablets, κλπ.) και αξιοποιούνται από διάφορες εφαρμογές διαφόρων τύπων, μεταξύ των οποίων και εφαρμογές ΕΠ.

Τα θετικά των αδρανειακών αισθητήρων είναι αρκετά. Δεν επηρεάζονται από αντικείμενα στο χώρο, ούτε από μαγνητικά, ακουστικά ή οπτικά σήματα. Μπορούν να μας δώσουν πολύ συχνές μετρήσεις και να παραγάγουν γρήγορα αποτελέσματα.

Ωστόσο, ο εντοπισμός της θέσης του παρακολουθούμενου αντικειμένου δεν είναι καθόλου ακριβής και στις περισσότερες περιπτώσεις δεν μπορούμε να βασιστούμε σε αυτόν. Συνήθως οι ανιχνευτές αυτής της κατηγορίας συνδυάζονται με άλλους για να πετύχουν το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

4.1.5 ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΩΝΤΟΠΙΣΜΟΥ (GPS)

Το σύστημα γεωντοπισμού μέσω δορυφόρων (GPS) επιτρέπει την ανίχνευση θέσης στο εξωτερικό περιβάλλον σχεδόν σε ολόκληρη την επιφάνεια της γης, με ακρίβεια λιγότερο από 3 μέτρα στη γενική περίπτωση. Επιπλέον, υπάρχουν τεχνολογίες, όπως η Real Time Kinematic (RTK) που επιτρέπουν την βελτιστοποίηση της ακρίβειας σε επίπεδο εκατοστού του μέτρου. Συνεπώς, το GPS αποτελεί μία πολύ καλή μέθοδο εντοπισμού της θέσης των χρηστών σε συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος.

Η πρώτη εφαρμογή ΕΠ που αξιοποιούσε το GPS είναι το Touring Machine που αναφέρθηκε και προηγουμένως (Feiner κ.ά., 1997). Εκεί, χρησιμοποιήθηκε αισθητήρας που επέτρεπε τον εντοπισμό της θέσης με ακρίβεια 1 μέτρου. Η τεχνολογία αυτή συνδυαζόταν με μαγνητικούς αισθητήρες που επέτρεπαν την ανίχνευση του προσανατολισμού του χρήστη. Η ακρίβεια του συστήματος γεωντοπισμού δεν επηρέαζε την εμπειρία του χρήστη σε αυτή την εφαρμογή,

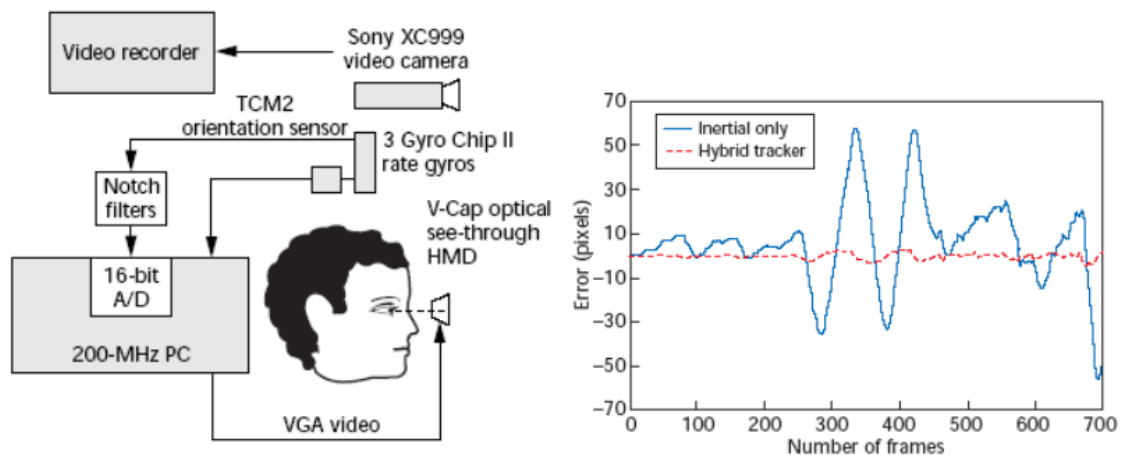
ωστόσο η συχνή απώλεια σήματος, που οφειλόταν σε εμπόδια όπως δέντρα κλπ., ήταν ένα σημαντικό πρόβλημα.

Από τότε, έχουν χρησιμοποιηθεί GPS αισθητήρες για αρκετές εφαρμογές ΕΠ από στρατιωτικές εφαρμογές (Julier, Lanzagorta και Baillot..., 2000) και παιχνίδια (Piekarski και Thomas, 2002), μέχρι εμπορικές εφαρμογές εντοπισμού ενοικιαζόμενων κατοικιών (Bezdicek, 2011). Ωστόσο, η όχι τόσο μεγάλη ακρίβεια, τουλάχιστον όσο αφορά τις προσιτές λύσεις, αλλά και η αδυναμία του GPS να ανιχνεύσει τον προσανατολισμό της συσκευής, περιορίζει την εφαρμοσιμότητα της τεχνολογίας στις εφαρμογές ΕΠ. Έτσι, συνήθως αξιοποιείται σε εφαρμογές που η ακρίβεια της θέσης δεν έχει τόσο μεγάλη σημασία ή συνδυαστικά με άλλους αισθητήρες, σε υβριδικά συστήματα ανίχνευσης.

4.1.6 ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ

Όπως είδαμε στις προηγούμενες παραγράφους, υπάρχουν πολλές διαφορετικές τεχνικές ανίχνευσης που αξιοποιούνται σε συστήματα ΕΠ, καμία από τις οποίες δεν είναι πάντα η τέλεια λύση. Μία φτηνή τεχνική, μπορεί να μην έχει την ακρίβεια που απαιτείται, ενώ μία αρκετά ακριβής τεχνική ανίχνευσης θέσης να μην έχει δυνατότητα ανίχνευσης προσανατολισμού. Σε ένα σύστημα ΕΠ διαφορετικές λεπτομέρειες παίζουν ρόλο, ανάλογα με την εφαρμογή, για αυτό πολλές φορές χρησιμοποιούνται υβριδικά συστήματα που συνδυάζουν τις δυνατότητες δύο ή και παραπάνω τεχνικών.

Πολλές από τις πρώτες προσπάθειες στο χώρο της ΕΠ, συνδύασαν τεχνικές οπτικής ανίχνευσης με μαγνητικούς (Auer και Pinz, 1999) ή αδρανειακούς ανιχνευτές (You, Neumann και Azuma, 1999). Αυτό επέτρεπε στα συστήματα ΕΠ να εκμεταλλεύονται την ακρίβεια των οπτικών μέσων ανίχνευσης, ενώ οι επιπλέον αισθητήρες με την ταχύτητά τους και τη σταθερότητά τους επέτρεπαν γρήγορη ανανέωση εικόνας και λιγότερα λάθη στον υπολογισμό της θέσης και του προσανατολισμού. Στην Εικόνα 23 φαίνεται ένα σχεδιάγραμμα του τρόπου λειτουργίας του υβριδικού συστήματος ανίχνευσης του You και τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις του (You, Neumann και Azuma, 1999). Βλέπουμε ότι το σύστημα είναι πολύ πιο σταθερό και αλάνθαστο σε σχέση με το απλό σύστημα αδρανειακών αισθητήρων.



Εικόνα 23: Αρχιτεκτονική υβριδικού συστήματος ανίχνευσης (αριστερά) και σφάλματα ανίχνευσης (δεξιά) (You, Neumann και Azuma, 1999)

Στην πράξη, όλα τα συστήματα ΕΠ στις μέρες μας είναι σε ένα βαθμό υβριδικά. Η μεγαλύτερη αγορά ΕΠ βρίσκεται αυτή τη στιγμή στις έξυπνες κινητές συσκευές (smartphones, tablets, κλπ.) και οι εταιρίες που κατασκευάζουν εφαρμογές για αυτές προσπαθούν να χρησιμοποιήσουν όσους περισσότερους αισθητήρες γίνεται, προκειμένου να προσφέρουν μία ποιοτική εμπειρία, όπου πραγματικότητα και εικονικά στοιχεία συνδυάζονται άψογα. Πολύ πρόσφατα (Ιούνιος 2017) η Apple παρουσίασε το ARKit³⁴ ένα πακέτο εργαλείων προγραμματισμού (SDK) που βοηθάει τους προγραμματιστές να αξιοποιήσουν τις δυνατότητες ΕΠ των συσκευών της (iPhone και iPad). Αντίστοιχα, η Google απάντησε λιγότερο από 2 μήνες μετά (Αύγουστος 2017) με την παρουσίαση του δικού της πακέτου με το όνομα ARCore³⁵. Και τα δύο αυτά πακέτα προγραμματιστικών εργαλείων, αξιοποιούν την κάμερα καθώς και τους αδρανειακούς αισθητήρες της συσκευής, όπως επιταχυνσιόμετρα και γυροσκόπια, προκειμένου να επιτύχουν μία σειρά από απαραίτητες λειτουργικότητες για μία ποιοτική εμπειρία ΕΠ με τρισδιάστατο περιεχόμενο. Συγκεκριμένα προσφέρουν:

1. **Ανίχνευση κίνησης** που επιτρέπει στη συσκευή να γνωρίζει κάθε στιγμή τη θέση της σε σχέση με το χώρο που βρίσκεται
2. **Αντίληψη περιβάλλοντος** που επιτρέπει στη συσκευή να αντιλαμβάνεται το μέγεθος και την θέση επίπεδων επιφανειών, όπως για παράδειγμα ένα τραπέζι

³⁴ <https://developer.apple.com/arkit/>

³⁵ <https://developers.google.com/ar/>

3. **Εκτίμηση φωτισμού** που επιτρέπει την εκτίμηση της κατεύθυνσης και της έντασης του φωτός που θα πέσει πάνω σε ένα εικονικό τρισδιάστατο αντικείμενο

Ο συνδυασμός αυτών των λειτουργικοτήτων επιτρέπει, όχι μόνο την τοποθέτηση εικονικών τρισδιάστατων αντικειμένων στον πραγματικό χώρο μέσα από το «παράθυρο» της οθόνης της συσκευής, αλλά και την σταθεροποίηση αυτών στο χώρο, καθώς και την καλύτερη αφομοίωσή τους στο περιβάλλον μέσα από την ομοιογένεια του φωτισμού. Στην παρακάτω εικόνα, παρουσιάζεται μία εφαρμογή του ARCore της Google, όπου μπορούμε να δούμε έναν τρισδιάστατο εικονικό χαρακτήρα (σκιάχτρο) να περιμένει στην ουρά μία καντίνας ανάμεσα σε πραγματικούς ανθρώπους. Το φως φαίνεται να πέφτει στον τρισδιάστατο χαρακτήρα από την ίδια γωνία που πέφτει και στα υπόλοιπα αντικείμενα της εικόνας ξεγελώντας το μάτι και κάνοντας τον να μοιάζει σαν να βρίσκεται πραγματικά στο περιβάλλον.



Εικόνα 24: ARCore. Ένας εικονικός τρισδιάστατος χαρακτήρας εμφανίζεται να στέκεται ανάμεσα σε πραγματικούς ανθρώπους, μέσα από την οθόνη μίας έξυπνης κινητής συσκευής. [πηγή: <https://www.androidcentral.com/google-arcore>]

Στην επόμενη παράγραφο θα παρουσιάσουμε τις τεχνολογίες απεικόνισης που χρησιμοποιούνται σε συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας. Ο συνδυασμός των τεχνολογιών αυτών με την τις τεχνικές ανίχνευσης που παρουσιάσαμε στην παρούσα παράγραφο αποτελεί τον βασικό τεχνολογικό κορμό που στηρίζει οποιαδήποτε εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας.

4.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ

Όταν μιλάμε για επαυξημένη πραγματικότητα, φυσικά δεν αναφερόμαστε μόνο στα οπτικά ερεθίσματα που μεταφέρονται στο χρήστη, αφού στη γενική της μορφή η ΕΠ αφορά όλες τις αισθήσεις. Θα μπορούσαμε να χαρακτηρίσουμε ως εμπειρία ΕΠ ακόμα και μία εγκατάσταση που βασίζεται αποκλειστικά και μόνο στην προσθήκη ήχων στο χώρο, όπως για παράδειγμα ήχοι φύσης σε ένα αστικό περιβάλλον (Charitos και Theona, 2015). Ωστόσο, δεν μπορούμε να ξεπεράσουμε το γεγονός πως η μεγαλύτερη τεχνολογική εξέλιξη στο χώρο της επαυξημένης πραγματικότητας, συμβαίνει στις συσκευές απεικόνισης και αυτό γιατί η όραση είναι η παλιότερη μορφή επικοινωνίας από τον υπολογιστή προς τον άνθρωπο. Χρόνια κατασκευής διεπαφών που βασίζονται στην οθόνη και σε κάποια συσκευή εισόδου (π.χ. ποντίκι ή πληκτρολόγιο) έχουν φέρει την εικόνα στο προσκήνιο της τεχνολογικής ανάπτυξης. Το αποτέλεσμα είναι η εικόνα να είναι το πρώτο πράγμα που σκέφτεται κανείς όταν έρχεται σε επαφή με τον όρο *επαυξημένη πραγματικότητα*, πόσο μάλλον όταν η εικόνα αφορά την πληθώρα των καταναλωτικών εφαρμογών για κινητές συσκευές, που βρίσκονται στην αγορά αυτή τη στιγμή.

Σε αυτή την παράγραφο θα δούμε πιθανές συσκευές απεικόνισης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ΕΠ, καθώς και μία ταξινόμηση αυτών ανάλογα με τον τρόπο «προβολής» της πραγματικότητας ή τη διάδραση που επιτρέπουν στο χρήστη τους. Επιπλέον, θα κάνουμε μία μικρή αναφορά στις λιγότερο ανεπτυγμένες συσκευές που αφορούν τις υπόλοιπες αισθήσεις.

Όσο αφορά της συσκευές απεικόνισης, ο Milgram ορίζει δύο τύπους προβολών ΕΠ, τις συσκευές που βασίζονται σε οθόνες και τις “see-through” συσκευές απεικόνισης (Milgram κ.ά., 1994; Milgram και Kishino, 1994), ενώ

4.2.1 ΠΡΟΒΟΛΕΣ ΠΟΥ ΒΑΣΙΖΟΝΤΑΙ ΣΕ ΟΘΟΝΕΣ

Δύο όροι που χρησιμοποιούνται για αυτού του τύπου τις προβολές είναι monitor-based (βασιζόμενη σε οθόνη) και “window-on-the-world” (WoW – παράθυρο στον κόσμο). Ουσιαστικά πρόκειται για τυπικές ορθογώνιες οθόνες ή προβολικά συστήματα που, οδηγούμενα από υπολογιστές, έχουν τη δυνατότητα να προβάλλουν εικονικά στοιχεία πάνω στο πραγματικό περιβάλλον ή να τα τοποθετήσουν πάνω σε ένα video του πραγματικού περιβάλλοντος που μπορεί να είναι ζωντανό ή αποθηκευμένο σε κάποιο υπολογιστή. Ένα τέτοιο παράδειγμα φαίνεται στην Εικόνα 25 όπου ο χρήστης κρατάει ένα αντικείμενο που αναγνωρίζεται από μία κάμερα και έτσι βλέπει στην οθόνη τον εαυτό του που όμως αυτή τη φορά κρατάει ένα εικονικό album φωτογραφιών.



Εικόνα 25: Επαυξημένη πραγματικότητα βασισμένη σε οθόνη

[πηγή: <http://www.conversemarketing.com/our-work/caterpillar-global-mining-3.html>]

Οι πιθανές εφαρμογές και σε αυτή την περίπτωση είναι αρκετές. Σε ένα σχετικό με την παρούσα εργασία αντικείμενο, θα μπορούσαμε να φανταστούμε μία θεατρική σκηνή όπου μία οθόνη παίζει το ρόλο «μαγικού» καθρέφτη στον οποίο ο ηθοποιός βλέπει αποκυήματα της φαντασίας του. Κάτι τέτοιο υποθέτουμε ότι θα ήταν ένας ελκυστικός τρόπος να παρουσιαστεί στο κοινό η «τρέλα» ενός θεατρικού χαρακτήρα.

Σε αυτή την κατηγορία ανήκει και η προσέγγιση των *διαφανών ορίων* (transparent boundaries) μεταξύ πραγματικών και συνθετικών κόσμων των Benford κ.α. (1998). Σε αυτή την εργασία η συγγραφείς χρησιμοποιούν παραδοσιακές οθόνες ως παράθυρα μεταξύ διαφορετικών κόσμων

(πραγματικών ή εικονικών) με σκοπό τη δημιουργία διαμοιραζόμενων χώρων μεικτής πραγματικότητας (shared mixed reality spaces). Χρησιμοποιούν μάλιστα αυτή την τεχνική για να δημιουργήσουν μία καλλιτεχνική παράσταση ανάγνωσης ποίησης στην οποία οι θεατές παρακολουθούν είτε ζωντανά στο θέατρο, είτε απομακρυσμένα, ως avatars, μέσα από ένα εικονικό περιβάλλον. Αν και οι πολυπλοκότητα του πειράματος δεν επιτρέπει μία άρτια αξιολόγηση του εν λόγω εγχειρήματος, είναι μία προσπάθεια που αποδεικνύει ότι είναι πιθανή η δημιουργία υβριδικών κόσμων μέσα από τη χρήση παραδοσιακών οθονών. Ωστόσο, παρατηρώντας τα προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν κατά την δοκιμή, γίνονται αντιληπτά και τα όρια της προσέγγισης αυτής που φαίνεται να μην επιτρέπει την πλήρη εμβύθιση των θεατών στον μεικτό κόσμο, μιας και τα παράθυρα-οθόνες αποτυγχάνουν να γίνουν πράγματι «διάφανα».

4.2.2 «SEE-THROUGH» ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ

Οι συσκευές τύπου see-through χαρακτηρίζονται από το γεγονός ότι επιτρέπουν στον χρήστη να δει τον πραγματικό κόσμο που τον περιβάλλει απευθείας, ενώ ταυτόχρονα λαμβάνει το ψηφιακό περιεχόμενο με τρόπο που δεν τον αποσπά από το πραγματικό περιβάλλον. Αυτό συμβαίνει συνήθως παρεμβάλλοντας κάποιο διαφανές τζάμι το οποίο επιτρέπει την προβολή του εικονικού περιβάλλοντος και επιτυγχάνεται συνήθως με χρήση καθρεφτών που «οδηγούν» την εικόνα από κάποιου τύπου συσκευής προβολής (projector) στο τζάμι μπροστά από τον χρήστη. Σε άλλες περιπτώσεις βέβαια μπορεί να μην υπάρχει τζάμι, αλλά κάποια οθόνη που είτε κρατάει ο χρήστης (π.χ. smartphone) είτε προσαρμόζεται στα μάτια του και του επιτρέπει να δει το περιβάλλον γύρω του μέσα από κάποια κάμερα.

4.2.2.1 ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΜΕΝΕΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ

Ένας τρόπος εφαρμογής μία συσκευής απεικόνισης see-through είναι η τοποθέτηση της σε κάποιο σημείο μέσα στο οπτικό πεδίο του χρήστη, ανάλογα με την εργασία που εκτελεί. Πιθανότατα η πιο γνωστή εφαρμογή τέτοιας συσκευής απεικόνισης είναι το Heads Up Display (HUD) που χρησιμοποιείται στα στρατιωτικά αεροσκάφη (Εικόνα 26), μία διάφανη οθόνη στην οποία ο πιλότος μπορεί να βλέπει στοιχεία για την κλίση του αεροσκάφους, την θέση του ορίζοντα και άλλα στοιχεία που βοηθούν τον προσανατολισμό του, χωρίς όμως να αποκόπτει την επαφή του με το περιβάλλον ακριβώς μπροστά του. Αντίστοιχα σε ένα συνεργατικό περιβάλλον, μπορεί η συσκευή προβολής να τοποθετείται πάνω σε ένα γραφείο και, σε

συνδυασμό με απτικά συστήματα διάδρασης, να επιτρέπει τη συνεργασία δύο ή περισσότερων ανθρώπων στην επεξεργασία του ψηφιακού περιεχομένου (Gunn κ.ά., 2003).



Εικόνα 26: Heads Up Display σε στρατιωτικό αεροσκάφος
(πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Head-up_display)

4.2.2.2 HEAD MOUNTED DISPLAYS (HMDs)

Μία άλλη περίπτωση συσκευών *see-through* είναι αυτές οι οποίες μπορούν να φορεθούν στο κεφάλι ενός χρήστη. Τέτοιου τύπου συστήματα απεικόνισης αναφέρονται συχνά ως *εμβυθιστικά* (*immersive*) κι αυτό γιατί επιτρέπουν στο χρήστη τους να ξεχάσει την ύπαρξη της «οθόνης» και να βιώσει μία εμπειρία, όπου εικονικός και πραγματικός κόσμος συγκλίνουν σε ένα κοινό υβριδικό περιβάλλον. Η συχνότερη εφαρμογή τέτοιων συστημάτων είναι τα *Head Mounted Displays* (HMDs), που αναφέρθηκαν και παραπάνω. Πρόκειται ουσιαστικά για κάσκες ή κράνη που φοριούνται από τον χρήστη και του επιτρέπουν να δει το περιβάλλον μέσα από αυτά. Μπορεί να είναι *optical see-through* ή *video set-through*, σύμφωνα με τον ορισμό του Milgram, όπου στην πρώτη περίπτωση το πραγματικό περιβάλλον γίνεται αντιληπτό απευθείας ή μέσα από κάποιο τζάμι, ενώ στη δεύτερη παρεμβάλλεται μία οθόνη (όπως στα συστήματα VR) που συνδέεται με μία κάμερα ακριβώς μπροστά στο HMD και επιτρέπει στο χρήστη να βλέπει το περιβάλλον γύρω του (Milgram και Kishino, 1994).

Εφαρμογές αυτών των τεχνολογιών εκτείνονται σε πολλούς τομείς, όπως για παράδειγμα στην ιατρική, όπου έχει δοκιμαστεί η χρήση *Head Mounted Displays* για την προβολή υπερηχογραφήματων πάνω στον ασθενή (Bajura, Fuchs και Ohbuchi, 1992), αλλά και στη βιομηχανία (Caudell και Mizell, 1992). Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται δύο παραδείγματα

τέτοιων συσκευών HMD. Στην Εικόνα 27 φαίνονται τα Google Glasses³⁶ που χρησιμοποιούν μία πολύ μικρή διάφανη οθόνη πάνω δεξιά στο οπτικό πεδίου του χρήστη χωρίς να παρεμβάλουν τίποτα περισσότερο μεταξύ αυτού και του περιβάλλοντος. Στην Εικόνα 28 μία συσκευή έξυπνου κινητού τηλεφώνου προσαρτάται σε ένα Samsung Gear VR³⁷ προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ως συσκευή Εικονικής Πραγματικότητας. Χρησιμοποιώντας όμως την κάμερα του κινητού τηλεφώνου οι προγραμματιστές μπορούν να μετατρέψουν την εμπειρία σε Επαυξημένη Πραγματικότητα, προβάλλοντας ζωντανή εικόνα από το περιβάλλον του χρήστη. Φυσικά στην περίπτωση του video see-through HMD η αίσθηση του περιβάλλοντος είναι αρκετά διαφορετική από ότι ο χρήστης έχει συνηθίσει και δημιουργεί πιθανότατα μία λιγότερο εμπυθιστική εμπειρία.



Εικόνα 27: Optical see-through HMD
[πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Head-mounted_display]



Εικόνα 28: Video see-through HMD που βασίζεται σε έξυπνη κινητή συσκευή
[πηγή: <https://flic.kr/p/FCExxR>]

4.2.2.3 HANDHELD ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Ο πιο διαδεδομένος τύπος συσκευών απεικόνισης επαυξημένης πραγματικότητας είναι αυτές τις οποίες ο χρήστης μπορεί να κρατήσει στα χέρια του και οι οποίες στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται με τον όρο handheld συσκευές. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν και τα smartphones που είναι το πιο διαδεδομένο μέσο για το οποίο έχουν φτιαχτεί εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας. Χρησιμοποιώντας αυτού του τύπου τη συσκευή ο χρήστης έχει πλήρη επίγνωση του πραγματικού περιβάλλοντος, όμως για να δει το ψηφιακό περιεχόμενο πρέπει να κρατήσει τη συσκευή προς την κατεύθυνση στην οποία αυτό βρίσκεται. Αυτή η

³⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/Google_Glass

³⁷ https://en.wikipedia.org/wiki/Samsung_Gear_VR

ιδιαιτερότητα κάνει αυτού του τύπου τις συσκευές λιγότερο παρεμβατικές, αλλά ταυτόχρονα λιγότερο εμπυθιστικές. Το πιο γνωστό παράδειγμα εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας για smartphones είναι το Pokémon Go που φαίνεται στη δίπλα εικόνα.

Πάντως όταν μιλάμε για hand-held συσκευές δεν πρέπει να σκεφτόμαστε μόνο smartphones ή tablets, μιας και μπορεί να υπάρχουν ειδικά κατασκευασμένες συσκευές για αυτό το σκοπό, όπως για παράδειγμα το σύστημα NaviCam που παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 3.1.1 (Rekimoto και Nagao, 1995).



Εικόνα 29: Pokémon Go. Εφαρμογή ΕΠ για handheld see-through συσκευές. [πηγή: <http://www.augment.com/>]

4.2.3 ΠΟΛΥ-ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Αν και η περισσότερη έρευνα που αφορά την ΕΠ επικεντρώνεται στην οπτική επαύξηση του πραγματικού κόσμου, υπάρχει αρκετή δουλειά που αφορά τις υπόλοιπες αισθήσεις. Οι περισσότερες συσκευές προέρχονται από την έρευνα που αφορά την εικονική πραγματικότητα, όπου γίνεται προσπάθεια να δημιουργηθεί ένα πλήρες εικονικό περιβάλλον που να αντικαθιστά όλες τις αισθήσεις, όμως με τις κατάλληλες αλλαγές μπορούν να προσαρμοστούν και στην επαυξημένη πραγματικότητα (Billingham, Clark και Lee, 2015, σ 144).

Όσο αφορά τον ήχο, υπάρχει αρκετή έρευνα στην κατεύθυνση της δημιουργίας αίσθησης του χώρου στον ήχο, προσθέτοντας τα χαρακτηριστικά της κατεύθυνσης και της απόστασης, αλλά και δημιουργώντας εφέ που προσομοιώνουν τις ανακλάσεις του ήχο σε διαφορετικές επιφάνειες. Πολλές φορές χρειάζεται ειδικός εξοπλισμός για την αναπαραγωγή τέτοιων ηχητικών περιβαλλόντων, όπως για παράδειγμα τα ηχητικά συστήματα των κινηματογράφων, όμως υπάρχουν αρκετές λύσεις λογισμικού που μπορούν να προσομοιώσουν τον χώρο χρησιμοποιώντας απλά στερεοφωνικά ακουστικά.

Απτικά συστήματα υπάρχουν επίσης σε διάφορες μορφές και μπορούν να προσομοιώσουν την αφή ή την αντίσταση στην άσκηση μίας δύναμης. Τέτοιες συσκευές έρχονται συνήθως είτε σε μορφή ρομποτικών αξόνων, είτε σε μορφή γαντιών που φοράει ο χρήστης.

Ένα πιο σπάνιο πεδίο πειραματισμού είναι αυτό της όσφρησης και της γεύσης. Παρόλα αυτά υπάρχει και εκεί σχετική έρευνα. Στην Εικόνα 30 φαίνεται η προσπάθεια των Narumi κ.α. (2011) στη δημιουργία μίας συσκευής γευστικής επαύξησης. Το σύστημα χρησιμοποιεί μία κάμερα για

να διαβάσει ένα δείκτη αναφοράς που τυπώνεται πάνω σε ένα μπισκότο που έχει μόνο τη βασική γεύση. Ανάλογα με τον δείκτη αναφοράς, επιλέγεται ένα άρωμα το οποίο δίνεται σαν οσφρητικό ερέθισμα στο χρήστη. Έτσι όταν ο χρήστης τρώει το μπισκότο, αυτό αποκτά μία επιπλέον γεύση που εξαρτάται από το δείκτη αναφοράς που αυτό φέρει πάνω του.



Εικόνα 30: Meta cookie – οσφρητική και γευστική επαύξηση (Narumi κ.ά., 2011)

4.3 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΕΦΑΛΙΟΥ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάσαμε όσο αναλυτικά ήταν εφικτό, στο πλαίσιο αυτής της εργασίας, την τεχνολογία που κρύβεται πίσω από τις εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας.

Είδαμε μία μεγάλη γκάμα τεχνικών ανίχνευσης του περιβάλλοντος που έχουν χρησιμοποιηθεί με σκοπό να δημιουργήσουν την ψευδαίσθηση ότι εικονικά αντικείμενα, που κατασκευάζονται από ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας, είναι τοποθετημένα σε σταθερά σημεία στον πραγματικό κόσμο. Οι τεχνικές οπτικής ανίχνευσης έχουν χρησιμοποιηθεί κατά κόρον με αυτές που βασίζονται σε δείκτες αναφοράς (markers) να αποτελούν το πιο διαδεδομένο και εύκολο τρόπο για την δημιουργία εφαρμογών ΕΠ, αλλά και εξεζητημένες τεχνικές τρισδιάστατης οπτικής σάρωσης ολόκληρου του περιβάλλοντος (π.χ. SLAM) να γίνονται όλο και πιο προσιτές. Ωστόσο, τα προβλήματα που μπορούν να προκύψουν από ένα σύστημα βασισμένο στην οπτική ανίχνευση είναι αρκετά, για αυτό και γίνεται σαφές ότι η πιο σταθερή λύση βρίσκεται στα

υβριδικά συστήματα, όπου η οπτική συνδυάζεται με άλλους αισθητήρες, όπως αδρανειακούς αισθητήρες ή GPS, για να επιτευχθεί σημαντική μείωση των σφαλμάτων.

Επιπλέον, διαχωρίσαμε τους διάφορους τύπους συσκευών απεικόνισης Επαυξημένης Πραγματικότητας με βάση τον τρόπο παρουσίασης του περιεχομένου. Ανάλογα με τον τρόπο παρουσίασης που θα επιλεγεί καθορίζεται και η συνολική εμπειρία του χρήστη αλλά και ο τρόπος με τον οποίο αλληλεπιδρά με την τεχνολογία. Οι συσκευές απεικόνισης χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τις απλές οθόνες που επαυξάνουν ένα βίντεο από κάποιο πραγματικό χώρο και τις συσκευές «see-through», εκείνες δηλαδή που επιτρέπουν την επαύξηση του περιβάλλοντος κοιτώντας μέσα από αυτές.

Τέλος, είδαμε μερικά παραδείγματα από συσκευές και τεχνολογίες που αφορούν τις υπόλοιπες αισθήσεις μας και προέρχονται από το χώρο της εικονικής πραγματικότητας. Ο ήχος είναι το πεδίο στο οποίο υπάρχει η μεγαλύτερη έρευνα, μετά την εικόνα, όμως δε λείπουν και οι εφαρμογές που αφορούν την απτική, την οσφρητική και την γευστική επαύξηση.

Οι τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας που είδαμε σε αυτό το κεφάλαιο δεν έχουν εφαρμοστεί ευρέως στο θέατρο. Όμως, υπάρχει μία κοινότητα που ασχολείται με την εφαρμογή τεχνολογιών, που ανήκουν στο ευρύτερο πεδίο της Μεικτής Πραγματικότητας, στις παραστατικές τέχνες. Στο επόμενο κεφάλαιο θα δούμε πως εφαρμόζονται αυτές οι τεχνολογίες στο θέατρο και θα προσπαθήσουμε να εντοπίσουμε τη θέση των τεχνολογιών Επαυξημένης Πραγματικότητας στο χώρο αυτό αλλά και το πως μπορούμε να διευκολύνουμε την αφομοίωση αυτών των τεχνολογιών στις θεατρικές παραγωγές.

5. Η ΜΕΙΚΤΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΙΣ ΠΑΡΑΣΤΑΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΕΣ

Όπως είδαμε στα προηγούμενα κεφάλαια, η τεχνολογία αποτέλεσε ανά τους αιώνες σημαντικό πεδίο πειραματισμού στο θέατρο και στις παραστατικές τέχνες γενικότερα. Ο πειραματισμός ξεκίνησε με τις μηχανολογικές κατασκευές της αρχαιότητας, συνεχίστηκε με οπτικοακουσικά εφέ βασισμένα στις χημικές ιδιότητες των υλικών και συνεχίστηκε με την αξιοποίηση του ρεύματος και την κατασκευή ηλεκτρονικών συστημάτων, φτάνοντας μέχρι τις μέρες μας, όπου οι ψηφιακές εφαρμογές είναι στο επίκεντρο κάθε τέτοιου πειραματισμού.

Οι πρόσφατες παραστάσεις που συνδυάζουν ζωντανή performance και ψηφιακό περιεχόμενο επί σκηνής, αναφέρονται συχνά ως παραστάσεις επαυξημένης ή μεικτής πραγματικότητας, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι χρησιμοποιούν κάποια εξειδικευμένη τεχνολογία. Μάλιστα πολλές φορές οι όροι αυτοί χρησιμοποιούνται ως μέσο προσέλκυσης του κοινού, αφού έχουν την τάση να ακούγονται ως «εξωτικές» τεχνολογίες, χωρίς απαραίτητα να εμπίπτουν στους ορισμούς αυτών των όρων. Τις περισσότερες φορές τέτοιου είδους παραστάσεις είναι πολύ κοντά στους ορισμούς που έχουμε δει για την επαυξημένη πραγματικότητα, παρά το γεγονός ότι συχνά δεν τηρούν πλήρως κάποιες προδιαγραφές, όπως για παράδειγμα το ότι πρέπει να «καταγράφονται στον τρισδιάστατο χώρο» (Azuma, 1997). Άλλωστε οι ορισμοί αυτοί προδιαγράφουν μία μεγάλη γκάμα εφαρμογών που δεν περιορίζεται από την τεχνολογία που χρησιμοποιείται ή από την ποσότητα ψηφιακού περιεχομένου. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι το ένα άκρο της Μεικτής Πραγματικότητας κατά Milgram (1994) είναι ο φυσικός κόσμος στον οποίο ζούμε.

5.1 ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Στην επιστημονική βιβλιογραφία, αλλά και στο διαδίκτυο, βρίσκουμε πολύ λίγες περιπτώσεις παραστάσεων που χρησιμοποιούν τον όρο επαυξημένη πραγματικότητα και πράγματι αξιοποιούν τεχνολογίες που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία. Μία από τις πρώτες παραστάσεις επαυξημένης πραγματικότητας είναι το *Everyman: The Ultimate Commodity* (Jernigan κ.ά., 2009), στο οποίο χρησιμοποιούνται οπτικές τεχνικές ανίχνευσης με δείκτες αναφοράς προκειμένου να αντικατασταθούν τα πρόσωπα των ηθοποιών με άλλα πρόσωπα. Σε αυτή την περίπτωση η προβολή του επαυξημένου περιβάλλοντος γινόταν σε οθόνη σε άλλο σημείο της σκηνής, χωρίζοντας έτσι τη σκηνή στα δύο, πραγματική και εικονική (Εικόνα 31).



Εικόνα 31: Everyman: The Ultimate Commodity (Jernigan κ.ά., 2009)

Λίγο αργότερα οι έξυπνες κινητές συσκευές έγιναν η πιο διαδεδομένη πλατφόρμα για εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας. Έτσι, πραγματοποιήθηκαν παραστάσεις όπως το *The Operature* (Morrissey, 2014) της ομάδας ATOM-r που είναι, σύμφωνα με τους δημιουργούς, μία ζωντανή performance και ποίημα επαυξημένης πραγματικότητας. Σε συγκεκριμένες στιγμές της παράστασης οι θεατές καλούνται να εισέλθουν στο σκηνικό χώρο, να πλησιάσουν τους ηθοποιούς και να χρησιμοποιήσουν τα έξυπνα κινητά τους τηλέφωνα για να «σκανάρουν» τα τατουάζ που η ηθοποιοί έχουν πάνω στο σώμα τους και το ψηφιακό περιεχόμενο εμφανίζεται πάνω στα σώματα των ηθοποιών σαν να ήταν μέρος τους (Εικόνα 32). Μία λιγότερο συμμετοχική εμπειρία είναι αυτή του *Elements of Oz*, της ομάδας The Builders Association³⁸, όπου tablets και smartphones χρησιμοποιούνται σε συγκεκριμένες στιγμές της παράστασης από τους θεατές προκειμένου να δουν ψηφιακό περιεχόμενο (Anchuli Felicia King, 2016).

³⁸ <http://www.thebuildersassociation.org/>



Εικόνα 32: The Operature. Χρήση tablet για την εμφάνιση ψηφιακού περιεχομένου πάνω στο σώμα του ηθοποιού, με αξιοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας. (Morrissey, 2014)

Οι περιπτώσεις χρήσης γυαλιών (HMD) επαυξημένης πραγματικότητας στο θέατρο είναι ακόμη λιγότερες. Μία πρόσφατη περίπτωση είναι μία παράσταση του θεάτρου Le Comédia στο Παρίσι, όπου τα γυαλιά χρησιμοποιήθηκαν για την παροχή υποτίτλων στο ξενόγλωσσο κοινό (Barbara Casassus, 2015). Μία ακόμη αναφορά από το 2014 αφορά τη σχεδίαση ενός concept που στοχεύει σε μελλοντική τεχνολογία, κοντινή σε αυτή που βλέπουμε να υπάρχει σήμερα, όπου τα γυαλιά ΕΠ θα χρησιμοποιούνται σε περιβάλλον κινηματογράφου μέσα και έξω από την αίθουσα (Colombero κ.ά., 2014). Ακόμη, μία ενδιαφέρουσα πρόταση είναι αυτή των Broll κ.α. (Broll, Augustin, κ.ά., 2004; Broll, Grünvogel, κ.ά., 2004), όπου πρωτότυπα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας αξιοποιούνται κατά το στάδιο προετοιμασίας μιας θεατρικής παράστασης, προκειμένου να καθοριστεί το ακριβές περιεχόμενο αυτής. Στη δουλειά των Broll κ.α. υπάρχει ένα μεγάλο μέρος τεχνολογικής καινοτομίας, μιας και η τεχνολογία ΕΠ δεν ήταν ώριμη εκείνη την περίοδο. Μπορούμε να φανταστούμε παρόμοιες χρήσεις των σύγχρονων γυαλιών ΕΠ στα επόμενα χρόνια, ειδικά για παραστάσεις στις οποίες οι θεατές θα φορούν τα ίδια γυαλιά.



Εικόνα 33: Χρήστη γυαλιών ΕΠ κατά την προετοιμασία μιας παράστασης (Broll, Grünvogel, κ.ά., 2004)

5.2 ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕΙΚΤΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Αν και τα παραδείγματα από τις παραστάσεις επαυξημένης πραγματικότητας είναι περιορισμένα σε αριθμό, δε συμβαίνει το ίδιο όταν επεκταθούμε στην κατηγορία της μεικτής πραγματικότητας. Σε αυτή την περίπτωση το πεδίο γίνεται πιο ευρύ και μπορούμε να εντοπίσουμε πειραματισμούς που αφορούν συνδυασμό ζωντανής παράστασης με τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας, συμμετοχικές εμπειρίες, ή ακόμη και παιχνίδια στο φυσικό χώρο που συνδυάζονται με ζωντανή performance.

Η ασάφεια του τι περιλαμβάνει μία παράσταση που αξιοποιεί τις τεχνολογίες μεικτής πραγματικότητας, κάθε άλλο παρά περιορίζει τον πειραματισμό στο θέατρο ή την τελική καλλιτεχνική αξία του κάθε εγχειρήματος. Αντίθετα, κάθε παράσταση που γίνεται με αυτούς τους όρους, πέρα από ένα σημαντικό θεατρικό πείραμα που ανιχνεύει τη δημιουργική εξέλιξη του μέσου και της καλλιτεχνικής μορφής έκφρασης. Ειδικά όταν η δημιουργική διαδικασία και τα αποτελέσματά της καταγράφονται με σωστό τρόπο, τότε μπορεί να δώσει πολύ χρήσιμη γνώση για την περαιτέρω εξέλιξη του αυτού του πειραματικού είδους.

Η σκηνοθεσία και η παραγωγή μίας τέτοιας παράστασης είναι μία πολύπλοκη διαδικασία. Συνήθως, απαιτεί τη συνεργασία πολλών διαφορετικών ανθρώπων από επαγγελματικά πεδία που πολλές φορές δεν έχουν άμεση σχέση με το θέατρο, όπως προγραμματιστές και ηλεκτρονικοί μηχανικοί. Επίσης, περιλαμβάνει τη δημιουργία ειδικών κατασκευαστικών, ηλεκτρονικών και προγραμματιστικών λύσεων προσαρμοσμένων στις ανάγκες τις εκάστοτε παράστασης. Παρατηρώντας τέτοιου είδους πειραματισμούς, μπορούμε να προσεγγίσουμε περισσότερο το τι απαιτείται από μία παράσταση επαυξημένης ή μεικτής πραγματικότητας. Έτσι, μπορούμε να εντοπίσουμε τις λύσεις που είναι δυνατό να δοθούν από την αξιοποίηση

των συστημάτων επαυξημένης πραγματικότητας, καθώς και τους περιορισμούς που μπορεί να εμφανιστούν στη διαδικασία παραγωγής μίας τέτοιας παράστασης.

Στη συνέχεια αυτού του κεφαλαίου θα επιχειρήσουμε μία καταγραφή της πρόσφατης αρθρογραφίας γύρω από το χώρο του θεάτρου μεικτής πραγματικότητας. Στον όρο αυτό συγκαταλέγουμε όλους τους θεατρικούς πειραματισμούς που επιχειρούν τον συνδυασμό του πραγματικού περιβάλλοντος της θεατρικής σκηνής με ψηφιακά εικονικά περιβάλλοντα. Μέσα από αυτή την καταγραφή θα εντοπίσουμε τις δυνατότητες αλλά και τις απαιτήσεις που έχει ένα τέτοιο εγχείρημα. Θα μελετήσουμε τις ανάγκες που προκύπτουν σε ανθρώπινους πόρους και σε τεχνολογική καινοτομία, καθώς και το τρόπο που επηρεάζεται η καλλιτεχνική δημιουργία. Απώτερος σκοπός είναι να εντοπίσουμε τα σημεία στα οποία μπορεί να δώσει λύσεις η χρήση συστημάτων επαυξημένης πραγματικότητας, τις ευκαιρίες που δημιουργούνται από την αξιοποίηση αυτής της τεχνολογίας, αλλά και τις απαιτήσεις για πιθανά εργαλεία λογισμικού που μπορούν δυνητικά να βοηθήσουν τη διαδικασία παραγωγής μίας τέτοιας παράστασης.

Μέσα από αυτή την βιβλιογραφική έρευνα θα προσπαθήσουμε να βρούμε απαντήσεις στα παρακάτω ερωτήματα:

1. Πως μπορούν να αξιοποιηθούν τα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας στο θέατρο;
2. Κατά πόσο το θεατρικό κοινό είναι δεκτικό σε ένα τέτοιου είδους πείραμα;
3. Πως επηρεάζεται η δημιουργική διαδικασία κατά την παραγωγή ενός τέτοιου είδους παράστασης; Ποιες επιπλέον διεργασίες και ποιοι επιπλέον ρόλοι προστίθενται στη δημιουργική διαδικασία;
4. Πως μπορούμε να βοηθήσουμε την δημιουργία και παραγωγή παραστάσεων με χρήση συστημάτων επαυξημένης πραγματικότητας;

Αφού προσεγγίσουμε τις απαντήσεις σε αυτά τα ερωτήματα θα προχωρήσουμε στη διενέργεια μίας μικρής κλίμακας έρευνας μέσω συνεντεύξεων με ειδικούς του θεάτρου προκειμένου να αποκτήσουμε μία προσωπική άποψη επί του θέματος αλλά και μία καλύτερη αίσθηση της ελληνικής πραγματικότητας.

5.3 ΣΚΗΝΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΠΟΛΛΑΠΛΟΥΣ ΚΟΣΜΟΥΣ

Μιλώντας για θέατρο μεικτής πραγματικότητας, μιλάμε για μία θεατρική σκηνή πολύ διαφορετική από την παραδοσιακή. Καταρχάς, η παραδοσιακή σκηνή με τη μορφή του ενιαίου

χώρου μπροστά από μία σειρά καθισμάτων ή έστω με τα καθίσματα γύρω της, μπορεί να μην υπάρχει καθόλου. Για παράδειγμα, μπορεί να έχουμε μία παράσταση όπου η εικονική πραγματικότητα παίζει σημαντικό ρόλο και άρα ο πραγματικός χώρος δεν γίνεται ορατός παρά μόνο πριν και μετά το κυρίως μέρος της εμπειρίας. Ακόμη όμως κι αν υπάρχει η θεατρική σκηνή, με την παραδοσιακή έννοια, τότε αυτή παύει να είναι ένας χώρος με σκηνογραφικά στοιχεία και αντικείμενα που αντιπροσωπεύουν έναν πραγματικό ή φανταστικό κόσμο. Φιλοξενεί πάνω της πολλαπλούς κόσμους που μπορεί να συνυπάρχουν ταυτόχρονα, να έχουν ή να μην έχουν φυσική υπόσταση, ενώ οι ηθοποιοί και το κοινό πρέπει να είναι σε θέση να μεταβούν από τον ένα κόσμο στον άλλο ανά πάσα στιγμή ανάλογα με τη ροή του έργου. Γίνεται κατανοητό ότι μία τέτοια παράσταση μεταβάλλει σημαντικά τη δημιουργική διαδικασία, η θεατρική σύμβαση μεταλλάσσεται και άρα οι συντελεστές της παράστασης πρέπει να δουλεύουν έχοντας συνεχώς κατά νου όλα αυτά τα νέα στοιχεία.

5.3.1 (ΤΗΛΕ)ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΣΤΟ ΘΕΑΤΡΟ ΜΕΙΚΤΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Η έννοια της *παρουσίας* (ή τηλεπαρουσίας) είναι περισσότερο γνωστή από τις εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας, αλλά μπορεί να μελετηθεί στο πλαίσιο οποιασδήποτε ανθρώπινης εμπειρίας στην οποία η τεχνολογία αποτελεί μέσο. Συγκεκριμένα, ένας σύντομος ορισμός για την (τηλε)παρουσία, προερχόμενος από το International Society for Presence Research είναι αυτός που ακολουθεί:

Η παρουσία (συντ. για τον όρο «τηλεπαρουσία») είναι μία ψυχολογική κατάσταση ή υποκειμενική αντίληψη κατά την οποία, παρά το γεγονός ότι μέρος ή το σύνολο της τρέχουσας εμπειρίας ενός ατόμου παράγεται ή/και φιλτράρεται μέσω της τεχνολογίας, μέρος ή το σύνολο της αντίληψης του ατόμου αποτυγχάνει να αναγνωρίσει το ρόλο της τεχνολογίας στην εμπειρία. (ISPR, 2000)

Με την έννοια *παρουσία* λοιπόν εννοούμε την ψυχολογική κατάσταση αυτή κατά την οποία ένα άτομο αποτυγχάνει να διαχωρίσει πλήρως το ποια μέρη της εμπειρίας του υπάρχουν στην πραγματικότητα και ποια από αυτά έχουν δημιουργηθεί ή παραλλαχθεί μέσω της τεχνολογίας. Η επίτευξη της *παρουσίας* είναι ένα ζητούμενο σε όλες τις εφαρμογές εικονικής, επαυξημένης ή μεικτής πραγματικότητας και αποτελεί μέρος του στόχου της εκάστοτε εφαρμογής για την εμπύθιση του υποκειμένου. Ο στόχος είναι η τεχνολογία να είναι «διάφανη» και το υποκείμενο να αντιλαμβάνεται τον κόσμο της εμπειρίας ως ένα μοναδικό και ενιαίο κόσμο, ακόμη κι όταν περπατάει σε ένα άδειο δωμάτιο ενώ ταυτόχρονα φορώντας κατάλληλα γυαλιά εικονικής

πραγματικότητας, «μεταφέρεται» σε ένα άλλο δωμάτιο ενός εικονικού, ψηφιακά κατασκευασμένου, κόσμου.

Αν αφαιρέσουμε την έννοια της τεχνολογίας από τον παραπάνω ορισμό, μπορούμε να δούμε πόσο κοντά είναι η έννοια της *παρουσίας* στη θεατρική εμπειρία. Εξ ορισμού το θέατρο μεταφέρει τον θεατή σε ένα φανταστικό κόσμο, ακόμη κι αν αυτός είναι σε πλήρη αντίστοιχα με τον πραγματικό κόσμο. Τα σκηνικά ή η έλλειψη σκηνικών, καθώς και οι περιγραφές και οι κινήσεις των ηθοποιών δίνουν τα απαραίτητα στοιχεία, επιτρέποντας στον εκάστοτε θεατή να δημιουργήσει το δική του έκδοση για τον κόσμο στον οποίο διαδραματίζονται τα γεγονότα της παράστασης. Το μέσο για την μεταφορά του θεατή στον κόσμο του έργου, εδώ δεν είναι η τεχνολογία, αλλά τα σκηνικά και οι ηθοποιοί. Αν, λοιπόν, θεωρήσουμε ότι ένας από τους σκοπούς του θεάτρου είναι να μεταφέρει τον θεατή σε έναν διαφορετικό κόσμο, τότε η έννοια της *παρουσίας* μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αυτό το πλαίσιο με πολύ όμοιο τρόπο. Μία παράσταση σχεδιάζεται με τρόπο που να ενισχύει την *παρουσία* του θεατή στον κόσμο του εκάστοτε έργου.

Ένα βασικό στοιχείο για την επίτευξη της *παρουσίας* είναι η σύμβαση. Σε κάθε ανθρώπινη εμπειρία προϋπάρχουν κάποιες συμβάσεις με τις οποίες το υποκείμενο εισέρχεται σε αυτή. Στην περίπτωση του θεάτρου, η θεατρική σύμβαση μεταξύ θεατή και θεάτρου βοηθάει την ομαλή μετάβαση στον κόσμο του έργου, αν και ο τελικός βαθμός εμπύθισής του εξαρτάται από πολλούς επιπλέον παράγοντες, όπως η σκηνοθεσία, η απόδοση των ηθοποιών, κ.α.. Αντίστοιχες συμβάσεις υπάρχουν και για τις τεχνολογίες μεικτής πραγματικότητας. Ένας χρήστης μίας τέτοιας τεχνολογίας ξεκινάει την εμπειρία του με τη θέληση να «μεταβεί» σε έναν άλλο κόσμο και αυτή η θέληση τον κάνει να εισέρχεται σύντομα σε αυτόν. Η *παρουσία* του όμως σε αυτόν τον κόσμο είναι έτοιμη να «σπάσει» με την πρώτη αποτυχία. Για αυτό, απαιτείται προσεκτικός σχεδιασμός της εμπειρίας και κατάλληλος προγραμματισμός του συστήματος ώστε να δουλεύει σταθερά και απροβλημάτιστα, ακριβώς όπως και στην περίπτωση προετοιμασίας και εκτέλεσης μίας θεατρικής παράστασης. Γίνεται λοιπόν κατανοητό πως όταν η θεατρική εμπειρία συνυπάρχει, ή ακριβέστερα είναι κοινή, με την εμπειρία μεικτής πραγματικότητας, τότε οι ανάγκες σωστού σχεδιασμού και υλοποίησης της τελικής εμπειρίας πολλαπλασιάζονται.

Η ύπαρξη πολλαπλών κόσμων περιπλέκει τα πράγματα ακόμη περισσότερο. Σε μια εμπειρία μεικτής πραγματικότητας, δεν υπάρχει ένας κόσμος (εικονικός ή πραγματικός) στον οποίο απαιτείται να *επιτευχθεί* η παρουσία των συμμετεχόντων, αλλά περισσότεροι. Ο φυσικός,

πραγματικός κόσμος στον οποίο ζούμε αποκτά ψηφιακά στοιχεία. Η εμπειρία μπορεί να ξεκινάει στον φυσικό κόσμο και να συνεχίζει στον εικονικό όταν οι συμμετέχοντες φορέσουν, για παράδειγμα, τις κάσκες εικονικής πραγματικότητας. Ενώ φορούν τις κάσκες, μπορεί να αγγίζουν με τα χέρια τους πραγματικά αντικείμενα, αντίστοιχα των οποίων υπάρχουν στον εικονικό κόσμο που βλέπουν με τα μάτια τους. Σε μία τέτοια εμπειρία η (τηλε)παρουσία γίνεται ακόμη πιο δύσκολο να επιτευχθεί και για αυτό χρειάζεται πολύ προσεκτικός σχεδιασμός προκειμένου να εξασφαλιστεί η ομαλή κίνηση ανάμεσα στους πολλαπλούς κόσμους.

5.3.2 ΚΙΝΗΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΚΟΣΜΩΝ

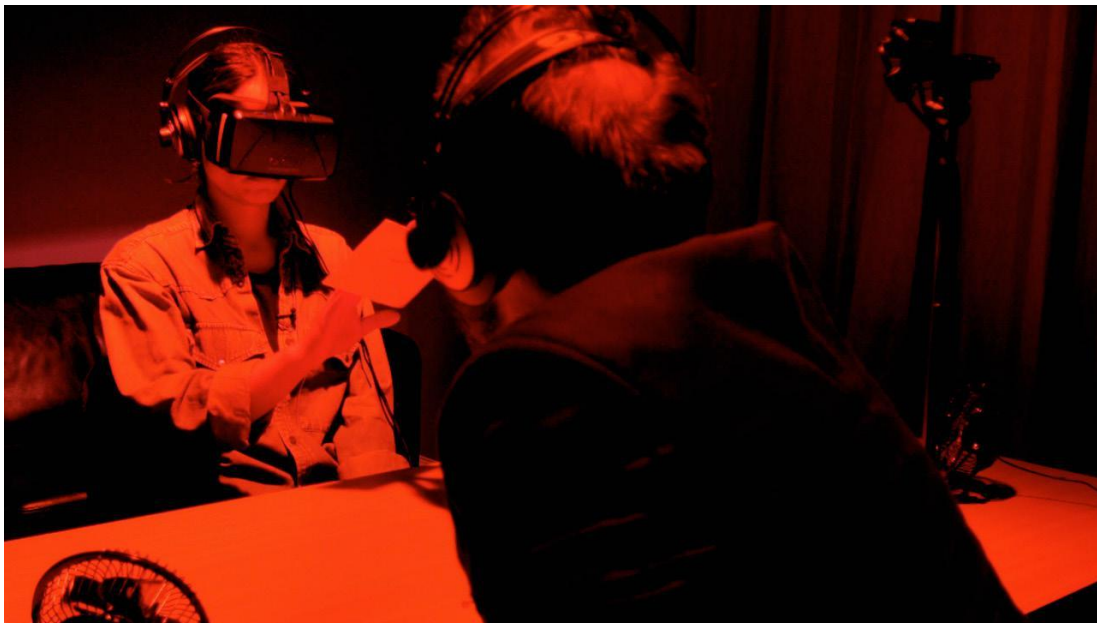
Στο *The Cube* (2016), μία performance εικονικής πραγματικότητας από την ομάδα CIRCA69³⁹, ο συμμετέχων (θεατής) καλείται να φτάσει σε μία συγκεκριμένη διεύθυνση στην πόλη προκειμένου να συμμετέχει στην παράσταση. Από τη στιγμή της άφιξής του στο χώρο, θεωρείται ότι έχει ξεκινήσει η εμπειρία μεικτής πραγματικότητας. Ένας ηθοποιός τον υποδέχεται και τον οδηγεί σε ένα δωμάτιο καθώς τον εισάγει, φαινομενικά, άτυπα στον κόσμο της εμπειρίας μιλώντας του για την μυστηριώδη εξαφάνιση ενός ανθρώπου το 1959 στην Αμερική. Όταν ο συμμετέχων φοράει τα γυαλιά εικονικής πραγματικότητας αυτό που αντικρίζει είναι ένα δωμάτιο ακριβώς ίδιο με αυτό που βρίσκεται στην πραγματικότητα. Αντίστοιχα, στη θέση που στην πραγματικότητα βρίσκεται ο ηθοποιός, εμφανίζεται ένας εικονικός χαρακτήρας. Η αφήγηση συνεχίζεται με τον πραγματικό και τον εικονικό κόσμο να συνδυάζονται δίνοντας έμφαση σε στοιχεία που βασίζονται σε ιστορικά γεγονότα και άλλα που είναι φανταστικά (Weijdom, 2017, σ 10). Στον εικονικό κόσμο εμφανίζονται αντικείμενα που ο συμμετέχων καλείται να πιάσει και όταν εκείνος απλώσει το χέρι του, μπορεί να βρει όντως ένα πραγματικό αντικείμενο στο χώρο (τοποθετημένο στη σωστή θέση από τον ηθοποιό) ή όχι, κατά περίπτωση (Εικόνα 34).

Κατά την προετοιμασία του *The Cube* η δημιουργική ομάδα δούλεψε πάρα πολύ στο τρόπο με τον οποίο θα επιτύχει στο μέγιστο την αίσθηση παρουσίας στους συμμετέχοντες με απώτερο σκοπό την ανάδειξη του περιεχομένου της εμπειρίας, την ιστορία. Έπειτα από πολλές δοκιμές εντόπισαν αρκετές λεπτομέρειες οι οποίες μπορεί να βοηθήσουν προς αυτή την κατεύθυνση και έφτασαν σε ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα. Ο δημιουργός της εμπειρίας, Simon Wilkinson,

³⁹ <http://www.circa69.co.uk/>

εντοπίζει δύο σημεία στα οποία η συγκεκριμένη performance ξεχωρίζει από άλλες παραστάσεις μεικτής πραγματικότητας:

- το πραγματικό περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται ο συμμετέχων, σχεδιάστηκε με μεγάλη προσοχή ώστε να είναι σχετικό με την ιστορία
- οι μεταβάσεις μεταξύ πραγματικού και εικονικού κόσμου σχεδιάστηκαν με λεπτομέρεια ώστε να είναι ομαλές και σχετικές με την ιστορία



Εικόνα 34: The Cube (2016). Τα εικονικά αντικείμενα αποκτούν υπόσταση χάρη στο συγχρονισμό με το πραγματικό περιβάλλον μέσω του ηθοποιού. (Weijdom, 2017, σ 55)

Αυτά είναι και τα δύο βασικά μαθήματα, σύμφωνα με τον Wilkinson, από τη μέχρι τώρα εμπειρία του με την εικονική πραγματικότητα. Ταυτόχρονα, τονίζει ότι ο συμμετέχων (ή ο θεατής) πρέπει να φύγει από το χώρο έχοντας στο μυαλό του την ιστορία που παρακολούθησε ή στην οποία συμμετείχε και όχι την τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε. Η ιστορία πρέπει να είναι αρκετά ενδιαφέρουσα ώστε οι συμμετέχοντες να την σκέφτονται ακόμη και μία εβδομάδα αργότερα (Simon Wilkinson στο Weijdom, 2017, σ 60).

Αυτό που προσπαθεί να πετύχει ο Wilkinson και πολλοί άλλοι, είναι η τέλεια ψευδαίσθηση και αυτό είναι πράγματι θεμιτό, όμως όχι πάντα ενδιαφέρον από δραματουργικής πλευράς, κι αυτό εξαρτάται φυσικά από το εκάστοτε έργο. Όπως μας λέει και ο Wilkinson, η ιστορία πρέπει να είναι το επίκεντρο και όχι η τεχνολογία και το στοιχείο του εντυπωσιασμού. Μία άλλη ομάδα,

υπό το όνομα CREW⁴⁰, προσέγγισε αυτή την ιδέα με έναν ενδιαφέρον τρόπο στην εμπειρία μεικτής πραγματικότητας *Terra Nova* (2011), όπως μας λέει ο Joris Weijdom (2017, σσ 10–11). Κατά τη διάρκεια της εμπειρίας, ο συμμετέχων βλέπει ένα προ-εγγεγραμμένο video 360° στο οποίο είναι ελεύθερος να κοιτάξει γύρω του μέσω μίας κάσκας εικονικής πραγματικότητας. Ταυτόχρονα, ένας βοηθός αναπαράγει σε πραγματικό χρόνο ότι συμβαίνει στο εικονικό περιβάλλον. Για παράδειγμα, όσο ο συμμετέχων βλέπει έναν νοσηλευτή να τον ετοιμάζει για αιμοληψία, ο βοηθός σηκώνει στην πραγματικότητα το μανίκι του και του καθαρίζει το σημείο στο οποίο θα τρυπηθεί. Αυτό που αλλάζει την όλη εμπειρία είναι ότι ενώ στη γενική περίπτωση οι κινήσεις αυτές είναι συγχρονισμένες, κάποιες φορές έχουν μία μικρή χρονική διαφορά, πράγμα που αποσπά την προσοχή του συμμετέχοντα. Σύμφωνα με τους δημιουργούς της εμπειρίας, αυτά τα φαινομενικά λάθη είναι στην πραγματικότητα ηθελημένα και έχουν σκοπό να «ξυπνήσουν» το μυαλό του συμμετέχοντα κάθε τόσο αναγκάζοντάς το να δώσει νόημα στα συγκρουόμενα αισθητηριακά ερεθίσματα. Με αυτό τον τρόπο, οι δημιουργοί ισχυρίζονται ότι η εμπειρία γίνεται ακόμη πιο έντονη τις στιγμές που ο συγχρονισμός είναι τέλειος.

Μία ακόμη πολύ ενδιαφέρουσα εμπειρία που δοκιμάζει τα όρια μεταξύ πραγματικότητας και εικονικότητας είναι το *Human Imagination Task Force II* (2016) της Kim-Leigh Pontin⁴¹. Σε αυτή την εμπειρία, ο συμμετέχων μεταφέρεται σε ένα δωμάτιο ακολουθώντας τις οδηγίες μίας ηθοποιού που είναι μαζί του καθ' όλη τη διάρκεια. Εκεί κάθεται σε μία καρέκλα και του ζητείται να φορέσει τα γυαλιά μεικτής πραγματικότητας, ενώ η ηθοποιός συνεχίζει να του αφηγείται και να τον προτρέπει να νιώσει την *παρουσία* του στον εικονικό κόσμο. Όλα αυτά συμβαίνουν μέχρι κάποια στιγμή η ηθοποιός να αρχίζει να φωνάζει εναγωνίως στον συμμετέχοντα ότι κάτι έχει πάει στραβά με την τεχνολογία και θα πρέπει να βγάλει τη συσκευή του πριν συμβεί κάτι χειρότερο. Αφού εκείνος βγάλει τη συσκευή και σηκωθεί από την καρέκλα, η ηθοποιός συνεχίζει να φωνάζει πανικόβλητη απευθυνόμενη στην άδεια καρέκλα στην οποία καθόταν μέχρι πριν λίγα δευτερόλεπτα ο συμμετέχων. Όπως βλέπουμε και στο trailer⁴² της performance, οι άνθρωποι δηλώνουν ότι ένιωσαν για λίγο χαμένοι και φοβισμένοι. Είναι πολύ ενδιαφέρον πως με το σωστό σχεδιασμό μπορεί να δημιουργήσει κανείς μία τόσο έντονη εξωσωματική εμπειρία. Από την άλλη, πιστεύουμε ότι μία προσπάθεια όπως αυτή, περισσότερο στοχεύει στα

⁴⁰ <http://www.crewonline.org/art/home>

⁴¹ <http://design-inklings.tumblr.com/>

⁴² <https://vimeo.com/184150490>

συναισθήματα και στον εντυπωσιασμό των συμμετεχόντων και λιγότερο στο να πει μία ιστορία, γεγονός που απομακρύνει αρκετά αυτή την performance από την τέχνη του θεάτρου.

Φαίνεται ότι η αίσθηση *παρουσίας* είναι ένα βασικό ζητούμενο στις θεατρικές εμπειρίες μεικτής πραγματικότητας και υπάρχουν αρκετοί μηχανισμοί που μπορούν να βοηθήσουν επίτευξή της. Ωστόσο, αυτός ο στόχος δεν πρέπει να γίνεται αυτοσκοπός κατά το σχεδιασμό της εμπειρίας γιατί ενδέχεται να χαθεί ο πραγματικός στόχος που είναι η αφήγηση μία ιστορίας, όσο κι αν αυτή ξεφεύγει από τα παραδοσιακά μονοπάτια. Παρόμοιους κινδύνους ενέχει και η ενσωμάτωση διάδρασης σε αυτές τις εμπειρίες, όπως θα δούμε στην επόμενη παράγραφο.

5.4 Η ΔΙΑΔΡΑΣΗ ΣΤΙΣ ΕΜΠΕΙΡΙΕΣ ΜΕΙΚΤΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Οι περισσότερες από τις εμπειρίες μεικτής πραγματικότητας που συναντάμε στο χώρο των παραστατικών τεχνών ενσωματώνουν κάποιου είδους διάδραση με τον θεατή, ο οποίος πολλές φορές συμμετέχει ισάξια με τους ηθοποιούς στην παράσταση. Αυτή η ανάγκη για διάδραση κάποιες φορές είναι θεμιτή και αποτελεί ζητούμενο για την ομάδα που σχεδιάζει την εμπειρία, κάποιες άλλες όμως επιβάλλεται από την τεχνολογία. Όπως θα δούμε υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό της διάδρασης μίας τέτοιας εμπειρίας.

5.4.1 Η ΔΙΑΔΡΑΣΗ ΩΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΤΗΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ

Τις περισσότερες φορές η διάδραση εμπεριέχεται στο σχεδιασμό των εμπειριών ως μέρος του καλλιτεχνικού στόχου. Συνήθως πρόκειται για πειραματικές καλλιτεχνικές ομάδες που επιχειρούν να ξεπεράσουν τα όρια της κλασικής θεατρικής σκηνής δημιουργώντας εμπειρίες που κινούνται στα όρια της θεατρικής παράστασης, της performance και της καλλιτεχνικής εγκατάστασης. Σε τέτοιου είδους θεάματα η συμμετοχή του θεατή παίζει σημαντικό ρόλο, αφού κάνει την εμπειρία περισσότερο βιωματική. Ταυτόχρονα, όμως, δημιουργεί απρόβλεπτες συνθήκες, κάτι που αποτελεί μία δημιουργική πρόκληση για τους καλλιτέχνες. Αυτό μας δείχνουν μερικά από τα παραδείγματα που είδαμε στην προηγούμενη παράγραφο, όπως το *Terra Nova* και το *Human Imagination Task Force II*.

Από την άλλη, όμως, κάποιες φορές η διάδραση επιβάλλεται από την τεχνολογία που χρησιμοποιείται και της προηγούμενης εμπειρίας του κοινού με αυτή. Οποιοσδήποτε έχει

φορέσει έστω για μία φορά κάσκα εικονικής πραγματικότητας, περιμένει ότι το περιβάλλον στο οποίο θα βρεθεί φορώντας τη είναι διαδραστικό· το ίδιο συμβαίνει για οποιοδήποτε τρισδιάστατο εικονικό περιβάλλον που θυμίζει παιχνίδι.

Το φαινόμενο αυτό βλέπουμε να δημιουργεί πρόβλημα σε κάποιες περιπτώσεις, όπως στο *To Be With Hamlet*⁴³ (2017). Πρόκειται για μία πειραματική παράσταση που συνδυάζει ανίχνευση κίνησης σώματος των ηθοποιών σε πραγματικό χρόνο και μία κάσκα εικονικής πραγματικότητας, προκειμένου να τοποθετήσει τον θεατή μέσα στον κόσμο του Άμλετ (Gochfeld και Molina στο *Weijdom*, 2017, σσ 47–54). Οι ηθοποιοί παίζουν τους ρόλους του Άμλετ και του πατέρα Άμλετ (φάντασμα)· οι κινήσεις τους καταγράφονται σε πραγματικό χρόνο και μεταφέρονται σε δύο εικονικούς χαρακτήρες (avatars).



Εικόνα 35: Το *To Be With Hamlet*. Οπτική ενός θεατή που φοράει κάσκα εικονικής πραγματικότητας. Οι μπλε φιγούρες είναι avatars άλλων θεατών που παρακολουθούν ταυτόχρονα την παράσταση

Οι θεατές, φορώντας την κάσκα, «βρίσκονται» στο ίδιο εικονικό περιβάλλον στο οποίο μπορούν να κινηθούν ελεύθερα και να παρακολουθήσουν την παράσταση από οποιαδήποτε

⁴³ <http://hamletvr.org/>

απόσταση και οπτική γωνία. Αυτή η ελευθερία κίνησης φαίνεται φυσική σε ένα τέτοιο περιβάλλον και πιθανότατα αν δεν υπήρχε θα φαινόταν αφύσικο από την πλευρά των θεατών. Από την άλλη όμως, η ελευθερία αυτή δημιούργησε στους θεατές την περιέργεια της εξερεύνησης του περιβάλλοντος, έτσι πολλοί βρέθηκαν μακριά από το σημείο της σκηνής να περιεργάζονται τις λεπτομέρειες του κόσμου του Άμλετ, τις οποίες βρήκαν πολύ πιο ενδιαφέρουσες από την σκηνή που παιζόταν από τους ηθοποιούς. Ταυτόχρονα, κάθε θεατής μπορούσε να δει τους υπόλοιπους θεατές και να αλληλεπιδράσουν, όμως οι ηθοποιοί δεν μπορούσαν να δουν τους θεατές με αποτέλεσμα οι δεύτεροι να νιώθουν άορατοι ως προς τους πρώτους. Έτσι, η σκηνή του Άμλετ μετατράπηκε σε ένα ακόμα στοιχείο του περιβάλλοντος με το οποίο οι θεατές δεν μπορούν να αλληλεπιδράσουν.

Από το παράδειγμα του *To Be With Hamlet*, σε συνδυασμό με τις άλλες εμπειρίες που αναλύσαμε στα προηγούμενα, συμπεραίνουμε ότι η διαδραστικότητα σε τέτοιου είδους εμπειρίες είναι μεν θεμιτή, όμως πρέπει να είναι καλά σχεδιασμένη και ενσωματωμένη στο έργο και στην ιστορία που αφηγείται. Αυτό γίνεται εμφανές αν δούμε και άλλες εμπειρίες - παραστάσεις στις οποίες η διαδραστικότητα είναι μειωμένη στο ελάχιστο, παρόλο που η τεχνολογία που χρησιμοποιείται και το είδος της εμπειρίας την κάνει να φαίνεται απαραίτητη.

Ένα τέτοιο παράδειγμα έρχεται από τη γερμανική ομάδα Rimini Protokoll⁴⁴ και είναι μία συλλογική συμμετοχική εμπειρία που ονομάζεται *Situation Rooms*. Η εμπειρία αφορά τις πραγματικές ιστορίες ανθρώπων που έχουν παίξει κάποιο ρόλο στο εμπόριο όπλων και η αφήγηση γίνεται σε πρώτο πρόσωπο, με τους συμμετέχοντες να αναλαμβάνουν τους ρόλους αυτών των ανθρώπων. Παρόλα αυτά, οι συμμετέχοντες δεν έχουν καμία επιλογή διάδρασης, πέρα από το να σταματήσουν να ακολουθούν τις οδηγίες που παρουσιάζονται με τη μορφή video στο tablet που έχουν μαζί τους. Ο Joris Weijdom περιγράφοντας την εμπειρία του ως συμμετέχων σε αυτό το «παιχνίδι» λέει ότι ένιωσε αμέσως την έλλειψη διάδρασης, αφού είχε μπροστά του ένα tablet που θα μπορούσε να κάνει πολύ περισσότερα από το να δείχνει ένα βίντεο και σίγουρα θα μπορούσε να του δώσει περιθώριο επιλογής σε κάποια σημεία της ιστορίας (Weijdom, 2017, σ 15). Μάλιστα μας λέει ότι ο μόνος λόγος που αποφάσισε να μην σταματήσει να ακολουθεί τις οδηγίες είναι γιατί ένιωσε ότι επηρεάζει την εξέλιξη των ιστοριών που παρακολουθούσαν οι άλλοι συμμετέχοντες γύρω του. Φαίνεται, όμως, πως η δημιουργική ομάδα πήρε πολύ συνειδητά την απόφαση να μη δώσει τη δυνατότητα επιλογών στους

⁴⁴ <http://www.rimini-protokoll.de/>

συμμετέχοντες. Ο σκοπός ήταν να τους κάνει να έρθουν σε μία δύσκολη θέση όπου έπρεπε να δράσουν γρήγορα και χωρίς να έχουν επιλογές, ακριβώς όπως είχαν περιγράψει ότι είχαν νιώσει οι πρωταγωνιστές των πραγματικών ιστοριών.

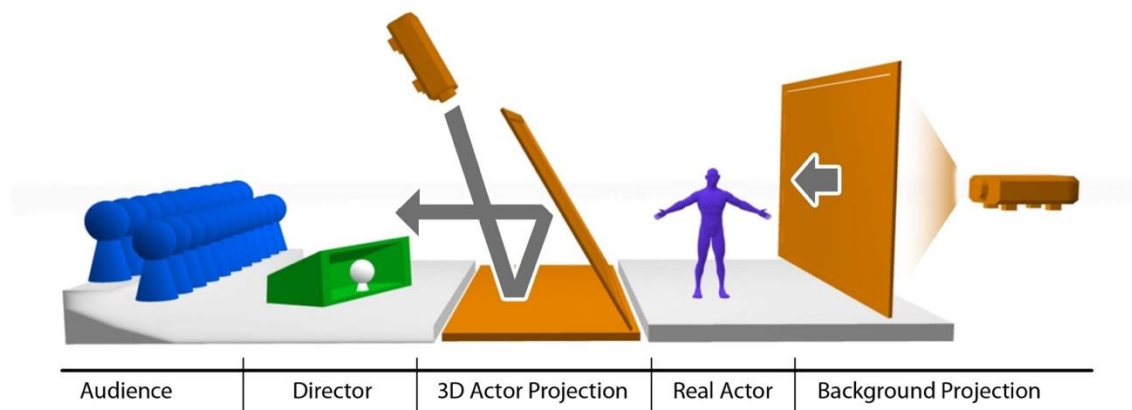
Γίνεται φανερό ότι η διάδραση μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό χαρακτηριστικό σε μία θεατρική εμπειρία μεικτής πραγματικότητας, αρκεί να αποτελεί μέρος της συνολικής καλλιτεχνικής προσέγγισης και να ο σχεδιασμός της να εξυπηρετεί το στόχο της αφήγησης. Τι γίνεται όμως όσο αφορά τους θεατές μιας παράστασης ή τους συμμετέχοντες σε μία τέτοια εμπειρία; Προτίθενται πράγματι να αλληλεπιδράσουν με το σύστημα και πιθανώς να αλλάξουν την εξέλιξη της ιστορίας;

5.4.2 Η ΔΙΑΔΡΑΣΗ ΩΣ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΩΝ

Το ότι ένα έργο μπορεί να προσφέρει διάδραση δε σημαίνει ότι οι θεατές ή οι συμμετέχοντες θα θέλουν πράγματι να αξιοποιήσουν αυτή τη δυνατότητα ή ότι τελικά θα το κάνουν. Η ομάδα του Thiemo Kastel (2013) σχεδίασε μία θεατρική εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας που είναι πολύ πιο κοντά στο παραδοσιακό θέατρο σε σχέση με τα παραδείγματα που έχουμε δει ως τώρα. Η παράσταση *AR'istophanes* προδιαγράφει ένα σύστημα υποστήριξης θεατρικών παραστάσεων με την προσθήκη τρισδιάστατων εικονικών ηθοποιών μέσω μίας τεχνικής που μοιάζει με την τεχνική Pepper's Ghost (Εικόνα 36) Επιπλέον, το σύστημα δίνει τη δυνατότητα διάδρασης με τους θεατές μέσω γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας και έξυπνων κινητών τηλεφώνων. Σε αυτή την παράσταση τα γυαλιά ΕΠ δεν υποστηρίζουν τρισδιάστατο περιεχόμενο αλλά χρησιμοποιούνται αποκλειστικά ως μέσο πληροφόρησης και αλληλεπίδρασης των θεατών με την παράσταση. Για παράδειγμα, ο σκηνοθέτης μπορεί να προετοιμάσει κάποιες ερωτήσεις για τους θεατές σε συγκεκριμένα σημεία της παράστασης και η απάντησή τους θα επηρεάσει την εξέλιξη των γεγονότων στη συνέχεια. Οι ηθοποιοί θα φοράνε τα ίδια γυαλιά προκειμένου να παίρνουν σκηνοθετικές οδηγίες ή να διαβάζουν τις αποφάσεις του κοινού.

Στο πλαίσιο του σχεδιασμού του *AR'istophanes* η ομάδα διενέργησε μία έρευνα μέσω ερωτηματολογίου που αφορούσε το δυνητικό κοινό της παράστασης. Το ενδιαφέρον είναι ότι στην ερώτηση που αφορούσε την πρόθεση διάδρασης με την παράσταση, το 72% των ερωτηθέντων απάντησε ότι δεν θα ήθελε να χρησιμοποιήσει αυτή τη δυνατότητα. Αυτό δε φαίνεται να δείχνει όμως κάποια αποστροφή προς την τεχνολογία, μιας και το 95% των ερωτηθέντων είχαν την πρόθεση να χρησιμοποιήσουν τα γυαλιά επαυξημένης

πραγματικότητας, παρόλο που κάποιοι από αυτούς (26%) θα ήθελαν να τα δοκιμάσουν πριν αποφασίσουν (Kastel κ.ά., 2013, σ 398).



Εικόνα 36: Η διάταξη της σκηνής για την παράσταση AR'istophanes (Kastel κ.ά., 2013)

Η έρευνα της ομάδας του AR'istophanes μπορεί κάλλιστα να επηρεάζεται από την άγνοια των ερωτηθέντων γύρω από την τεχνολογία, σε κάθε περίπτωση όμως δείχνει ότι υπάρχει ένα μεγάλο ποσοστό ανθρώπων που είναι επιφυλακτικοί απέναντι στη διάδραση στο θέατρο. Την ίδια στιγμή, βλέποντάς τη από την άλλη όψη, η έρευνα δείχνει ότι υπάρχει ένα σημαντικό ποσοστό που προτίθεται να δοκιμάσει τέτοιου είδους αλληλεπίδραση με ένα θεατρικό έργο. Οι δημιουργοί τέτοιων εμπειριών μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτή τη γνώση προς όφελος τους. Η παραγωγή μίας παράστασης μεικτής πραγματικότητας αποτελεί ένα δύσκολο εγχείρημα και όσο οι παράμετροι αυξάνονται γίνεται όλο και δυσκολότερο. Φαίνεται πως δε χρειάζεται όλοι να μπορούν να επηρεάσουν την ροή των γεγονότων και αυτό μπορεί να ληφθεί υπόψη στο σχεδιασμό.

Προκειμένου να καταλάβουμε λίγο καλύτερα τον τρόπο με τον οποίο αξιοποιείται η διαδραστικότητα σε τέτοιες εμπειρίες, ο Joris Weijdom προτείνει έναν παραλληλισμό με τον κανόνα 1-9-90, μία παρατήρηση του τρόπου με τον οποίο λειτουργεί η παραγωγή και κατανάλωση υλικού στο διαδίκτυο. Σύμφωνα με αυτό τον κανόνα, μόνο 1% των ανθρώπων παράγουν υλικό σε μία ιστοσελίδα, όπως για παράδειγμα ένα Wiki⁴⁵. Από τους υπόλοιπους, το 9% μπορεί να συμμετέχει με κάποιο τρόπο (π.χ. κάνοντας διορθώσεις), ενώ το 90% απλώς διαβάζει το υλικό. Σύμφωνα με τον παραλληλισμό του Weijdom, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι σε μία συμμετοχική εμπειρία μεικτής πραγματικότητας μόνο το 10% των συμμετεχόντων θα

⁴⁵ Ένα wiki είναι μια διαδικτυακή εφαρμογή, η οποία επιτρέπει στους χρήστες της να προσθέτουν, να τροποποιούν ή να διαγράφουν το περιεχόμενο της συνεργασίας τους με τους άλλους (Wikipedia)

δοκιμάσει να επιβεβαιώσει τη δυνατότητα του κοινού να επηρεάσει την εμπειρία ενώ το υπόλοιπο 90% θεωρεί απλά ότι ισχύει. Αυτό που έχει σημασία είναι να δίνεται αυτή η δυνατότητα έτσι ώστε το 100% των συμμετεχόντων να γνωρίζει ότι, αν θέλει, μπορεί να επηρεάσει την πορεία των γεγονότων. Αυτή και μόνο η γνώση, αλλάζει όλη την εμπειρία και την κάνει μοναδική για τον καθένα. (Weijdom, 2017, σ 16).

Συμπεραίνουμε ότι η διάδραση δεν είναι απαραίτητα ευπρόσδεκτη σε όλους τους θεατές, όμως οι περισσότεροι είναι έτοιμοι να την αξιοποιήσουν. Σε κάθε περίπτωση, όταν υπάρχει πρόβλημα να γίνεται ξεκάθαρο στους συμμετέχοντες ότι μπορούν να επηρεάσουν την παράσταση, έστω κι αν δεν πρόκειται να το δοκιμάσουν όλοι. Αυτό είναι ένα στοιχείο που οι σχεδιαστές τέτοιων εμπειριών μπορούν να λάβουν υπόψη κατά το σχεδιασμό. Αυτή η γνώση μπορεί να συνδυαστεί και με μία ακόμη παρατήρηση που θα δούμε στη συνέχεια και δείχνει ότι ο περιορισμός της διάδρασης μπορεί πολλές φορές να δημιουργήσει ακόμη ισχυρότερη αίσθηση συμμετοχής.

5.4.3 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΣΤΗ ΔΙΑΔΡΑΣΗ

Σε κάθε διαδραστικό σύστημα υπάρχουν κάποια όρια μέσα στα οποία ο χρήστης μπορεί να λειτουργήσει. Το ίδιο ισχύει για τα διαδραστικά συστήματα στις θεατρικές εμπειρίες μεικτής πραγματικότητας. Κατ' αναλογία ενός παιχνιδιού, αυτοί είναι οι κανόνες τους οποίους ο παίκτης οφείλει να ακολουθεί. Η Brenda Laurel προτείνει δύο τρόπους με τους οποίους αυτοί οι κανόνες μπορούν να γίνουν γνωστοί στους συμμετέχοντες ενός τέτοιου συστήματος, τον άμεσο ή τον έμμεσο τρόπο (Laurel, 1993, σσ 102–103; Koski, 2007, σ 171). Στην πρώτη περίπτωση οι κανόνες, δηλαδή οι διαθέσιμοι τρόποι διάδρασης, γίνονται γνωστοί στην αρχή της εμπειρίας, ενώ στη δεύτερη παρουσιάζονται σιγά σιγά καθώς ο συμμετέχων αλληλεπιδρά με την εμπειρία. Αυτό που τονίζει η Kaisu Koski (2007, σ 171) από την εμπειρία της στο χώρο των διαμεσικών παραστατικών τεχνών είναι ότι όποιος κι αν είναι ο τρόπος εκμάθησης των κανόνων, αυτό που έχει σημασία είναι ο συμμετέχων να γνωρίζει κάθε στιγμή αν επηρεάζει ή όχι την εμπειρία με τις κινήσεις του και τις επιλογές του. Η αποτυχία του συστήματος να επιβεβαιώσει την επίδραση ή μη των κινήσεων του συμμετέχοντος, μπορεί να μεταφραστεί από εκείνον ως δική του άγνοια των «κανόνων του παιχνιδιού» και να οδηγήσει σε σύγχυση και άρα σε υποβάθμιση της όλης εμπειρίας.

Αυτή η άποψη συνδυάζεται σε ένα βαθμό και με την άποψη του Weijdom που είδαμε προηγουμένως, που λέει ότι αρκεί οι συμμετέχοντες να γνωρίζουν ότι κάποιοι από αυτούς επηρεάζουν την εμπειρία. Άρα, σε συνδυασμό με την άποψη της Koski, μπορούμε να πούμε ότι

ένα πλήρες διαδραστικό θεατρικό σύστημα πρέπει να γνωστοποιεί με κάποιο τρόπο την επιτυχία ή μη οποιασδήποτε αλληλεπίδρασης στο σύνολο των συμμετεχόντων.

Επιπλέον, σύμφωνα με τον David Rokeby (Rokeby, 1998 στο; Koski, 2007, σ 171), ένας περιορισμένος αριθμός υποστηριζόμενων δράσεων από τους συμμετέχοντες μπορεί να δημιουργήσει ισχυρότερη αίσθηση ελέγχου. Αν οποιαδήποτε κίνηση κάνει ο συμμετέχων επηρεάζει πολλούς παράγοντες της εμπειρίας ταυτόχρονα, τότε εκείνος αδυνατεί να συνδέσει κάποια δική του δράση με την αντίστοιχη αντίδραση του συστήματος και αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα ακόμη και να εκλάβει την εμπειρία ως μη διαδραστική. Έτσι, είναι προτιμότερο να προσφέρεται περιορισμένη, αλλά σαφώς ορισμένη, διάδραση παρά να προσπαθήσει κανείς να δημιουργήσει έναν πλήρως διαδραστικό εικονικό κόσμο όπου ο συμμετέχων θα είναι ελεύθερος να κινηθεί και να δράσει όπως επιθυμεί. Σε αυτό το σημείο μπορούμε να θυμηθούμε τα προβλήματα του πειράματος *To Be With Hamlet* στο οποίο η πλήρης ελευθερία κίνησης των συμμετεχόντων απέσπασε την προσοχή τους από το κυρίως θέμα της εμπειρίας, που ήταν η συζήτηση του Άμλετ με τον πατέρα του.

Συμπερασματικά, η διάδραση στις παραστάσεις μεικτής πραγματικότητας είναι ένα στοιχείο που δεν μπορεί να αγνοηθεί, όμως δεν πρέπει να θεωρείται απαραίτητο. Κάθε παράσταση πρέπει να προσεγγίζεται διαφορετικά και τον πρώτο λόγο να έχει η αφήγηση. Στην περίπτωση που κρίνεται απαραίτητο η διάδραση να είναι στοιχείο μίας εμπειρίας, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι μόνο λίγοι από τους συμμετέχοντες θα δοκιμάσουν να πειραματιστούν έντονα και να ελέγξουν τη διαδραστικότητα του συστήματος. Σε κάθε περίπτωση όμως, οι συμμετέχοντες πρέπει να γνωρίζουν κάθε στιγμή αν επηρεάζουν την εμπειρία ή όχι. Κάτι τέτοιο είναι πιο εύκολα ελέγξιμο όταν υπάρχουν σαφώς ορισμένοι περιορισμοί στη διάδραση οι οποίοι γίνονται γνωστοί με τον κατάλληλο τρόπο στους συμμετέχοντες, είτε άμεσα σε μορφή tutorial, είτε έμμεσα κατά τη διάρκεια της εμπειρίας.

5.5 Η ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Στο θέατρο, όπως και σε κάθε άλλη οργανωμένη ανθρώπινη δραστηριότητα, υπάρχει μία μεθοδολογία που ακολουθείται για την δημιουργία οποιασδήποτε παράστασης. Μία ροή εργασιών η οποία τελικά θα καταλήξει σε ένα θεατρικό έργο που είναι έτοιμο να παρουσιαστεί μπροστά σε κοινό. Αυτή η ροή εργασιών πάντα περιλαμβάνει κάποιου είδους τεχνολογία, τουλάχιστον στις μέρες μας, ακόμη κι αν αυτή είναι απολύτως βασική, όπως για παράδειγμα

φωτισμός, μουσική ή σε κάποιες περιπτώσεις κάποιες προβολές ή οθόνες που υπάρχουν στο σκηνικό και ενσωματώνονται στο έργο. Σε κάθε περίπτωση είναι τεχνολογία με την οποία η δημιουργική ομάδα (σκηνοθέτης, σκηνογράφος, ηθοποιοί, κλπ.) είναι εξοικειωμένη και σχετικά εύκολα ενσωματώνεται στη δημιουργική διαδικασία αλλά και στην εκτέλεση της παράστασης. Τι γίνεται όμως στην περίπτωση μίας θεατρικής εμπειρίας μεικτής πραγματικότητας, όπως αυτές που έχουμε δει σε αυτό το κεφάλαιο; Η παραγωγή μίας τέτοιας παράστασης είναι μία καινούρια διαδικασία για την οποία δεν έχουν ακόμη προκύψει εμπειρικά συγκεκριμένες μεθοδολογίες και ροές εργασιών. Μπορούμε όμως μέσα από την παρατήρηση της πρακτικής των διαφόρων ομάδων να εντοπίσουμε μεθοδολογίες, καλές και κακές πρακτικές, προβλήματα, αλλά και πιθανές λύσεις που μπορούν να βοηθήσουν στο μέλλον.

5.5.1 ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΘΕΑΤΡΟ ΜΕΙΚΤΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Μία από τις βασικές διαφορές μιας παραδοσιακής θεατρικής παράστασης και μιας θεατρικής εμπειρίας που ενσωματώνει τεχνολογίες μεικτής πραγματικότητας, είναι ότι η δεύτερη απαιτεί τη συνεργασία επαγγελματιών από διαφορετικά πεδία. Για αυτό και τέτοιες παραγωγές αποκαλούνται συχνά διεπιστημονικές ή διαθεματικές. Ηθοποιοί, σκηνοθέτες, χορευτές και σχεδιαστές γραφικών πρέπει να συνεργαστούν με επιστήμονες όπως προγραμματιστές και μηχανικούς. Οι ρόλοι που χρειάζονται εξαρτώνται από τον εκάστοτε καλλιτεχνικό στόχο και κάποιες φορές μπορεί πολλαπλοί ρόλοι να συγκεντρώνονται σε ένα πρόσωπο. Η συνύπαρξη αυτών των διαφορετικών επαγγελματιών δημιουργεί de facto νέα εμπόδια στη συνεργασία, μιας και οι διαφορετικές εμπειρίες του καθενός έχουν δομήσει και ένα διαφορετικό τρόπο σκέψης και οπτικής, πολλές φορές ακόμη και διαφορετικό ή συγκρουόμενο λεξιλόγιο. Για παράδειγμα η αγγλική λέξη «performance» για έναν καλλιτέχνη σημαίνει «παράσταση» ενώ για έναν προγραμματιστή αντιπροσωπεύει τον δείκτη επίδοσης ενός προγράμματος.

Αυτοί οι διαφορετικοί μεταξύ τους επαγγελματίες πρέπει να συνεργαστούν και οι όροι συνεργασίας σε μία τέτοια ομάδα ποικίλλουν για αυτό και πρέπει να ορίζονται εξαρχής. Η Anne Nigten (2003 στο; Koski, 2007, σ 185) διαχωρίζει την διεπιστημονικότητα (interdisciplinarity) από την πολύ-επιστημονικότητα (multidisciplinarity). Στην περίπτωση της πολύ-επιστημονικότητας ένας καλλιτέχνης διευθύνει την όλη διαδικασία και προσλαμβάνει επαγγελματίες από άλλα πεδία προκειμένου να υλοποιήσουν το τεχνολογικό κομμάτι της ιδέας. Η διεπιστημονικότητα, από την άλλη, εξαλείφει αυτά τα όρια και κάθε μέλος της ομάδας φέρνει δομικά στοιχεία από το πεδίο εξειδίκευσής του. Η τεχνολογία σε αυτές τις παραγωγές αποτελεί ένα σημαντικό και αναπόσπαστο κομμάτι του καλλιτεχνικού έργου.

Πιστεύουμε ότι οποιαδήποτε προσπάθεια δημιουργίας μίας εμπειρίας μεικτής πραγματικότητας στο θέατρο, μπορεί να λειτουργήσει και να ευοδώσει μόνο μέσω της διεπιστημονικής προσέγγισης. Μία πολύ-επιστημονική προσέγγιση θα μπορούσε πιθανώς να λειτουργήσει στην περίπτωση που ο καλλιτεχνικός διευθυντής είναι άτομο με χρόνια εμπειρίας στη δημιουργία τέτοιων παραστάσεων και άρα έχει άριστη αντίληψη των δυνατοτήτων και των περιορισμών της τεχνολογίας. Όμως, σε ένα τόσο νεαρό καλλιτεχνικό και επιστημονικό πεδίο όπου κάθε παράσταση είναι και ένα νέο πείραμα, θεωρούμε ότι είναι ιδανικό οι διαφορετικοί επαγγελματίες να ξεπερνούν τα όριά τους και να συνδιαμορφώνουν τον στόχο. Αυτό μας δείχνει και η σύνθεση των ομάδων στα παραδείγματα που μελετάμε, στις οποίες πολύ συχνά συναντάμε ανθρώπους που είναι ταυτόχρονα καλλιτέχνες, προγραμματιστές και μηχανικοί. Κάτι τέτοιο δε θα ήταν εφικτό αν η τεχνολογία αντιμετωπιζόταν εργαλειακά και δεν υπήρχε δημιουργική πρόσμιξη των διαφόρων πεδίων.

Την ανάγκη για μία διεπιστημονική προσέγγιση στη δημιουργική διαδικασία τονίζει και ο Joris Weijdom (2017, σ 21) και προτείνει την δημιουργική τριβή μεταξύ των διαφόρων επαγγελματιών με σκοπό την κατανόηση των αμφότερων πεδίων και τη δημιουργία κοινού λεξιλογίου. Προτείνει μάλιστα μία διαφορετική προσέγγιση στους ρόλους μέσα στην δημιουργική ομάδα, όπου πλέον μπορεί να υπάρχουν διαφορετικοί σκηνοθέτες ή ο ρόλος του σκηνοθέτη να αλλάζει κατά περίπτωση, ανάλογα με το κομμάτι της εμπειρίας που αναπτύσσεται κάθε στιγμή. Το ίδιο μπορεί να ισχύει και για το ρόλο του δραματουργού, όπου μπορεί να υπάρχει ένας τεχνικός δραματουργός που αναλαμβάνει να παντρέψει την θεατρική ιδέα με τις δυνατότητες της τεχνολογίας.

Πως δομείται όμως αυτή η διεπιστημονική συνεργασία με σκοπό την παραγωγή μίας θεατρικής εμπειρίας μεικτής πραγματικότητας; Τι αλλάζει στη δημιουργική διαδικασία και ποιες μεθοδολογίες μπορούν να ακολουθηθούν για μία επιτυχή κατάληξη;

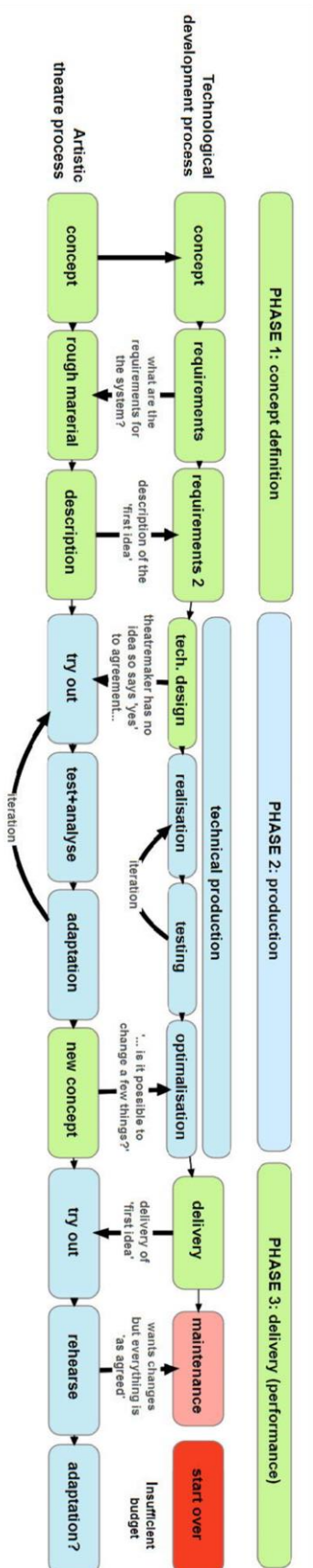
5.5.2 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Όπως στο θέατρο, έτσι και στην επιστήμη των υπολογιστών ή της ηλεκτρονικής υπάρχουν συγκεκριμένες μεθοδολογίες που ακολουθούνται για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση ενός προγράμματος ή μίας κατασκευής. Σε γενικές γραμμές οι μεθοδολογίες δεν διαφέρουν πολύ. Στο θέατρο η εργασία ξεκινάει με κάποιες ιδέες, άλλες φορές πολύ συγκεκριμένες και άλλες όχι, συνεχίζεται με πρόβες όπου προκύπτουν αλλαγές ή και ανάπτυξη καινούργιων ιδεών και καταλήγουν σε δοκιμές που θα δώσουν χρήσιμα συμπεράσματα για περεταίρω αλλαγές και

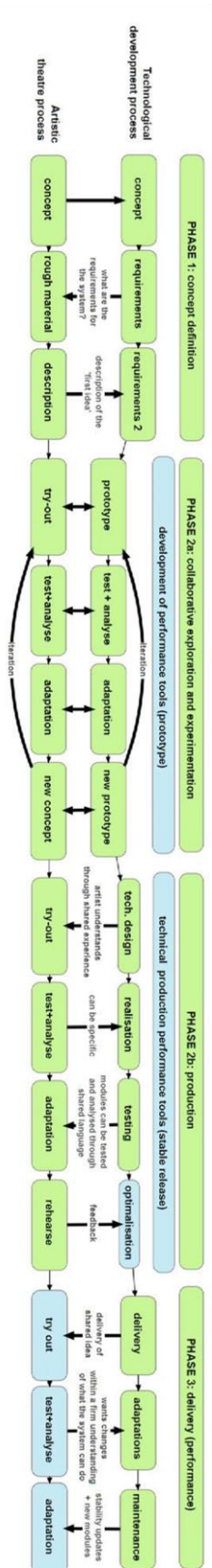
προσαρμογές. Αντίστοιχα, σε μία προγραμματιστική ομάδα, αρχικά υπάρχει ιδέα για ένα λογισμικό η οποία βασίζεται στις ανάγκες των ανθρώπων που θα το χρησιμοποιήσουν. Στη συνέχεια σχεδιάζεται ένα πρωτότυπο και δοκιμάζεται δίνοντας νέες πιο συγκεκριμένες απαιτήσεις και αναδεικνύοντας προβλήματα που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή ενός νέου πρωτοτύπου. Αυτή η κυκλική διαδικασία συνεχίζεται μέχρις ότου κάποια στιγμή δώσει το τελικό προϊόν. Σε ένα θεατρικό έργο όπου γίνεται μεγάλη χρήση τεχνολογίας, αυτές οι δύο ροές πρέπει να συμβαίνουν ταυτόχρονα και σε σωστή συνεννόηση μεταξύ τους.

Στην πράξη όμως, αυτό που συμβαίνει τις περισσότερες φορές είναι ότι οι δύο ροές εργασιών (καλλιτεχνική και τεχνολογική) γίνονται παράλληλα έχοντας άγνοια η μία για την άλλη. Αυτή η πρακτική, σύμφωνα με τον Weijdom (2017, σ 17), μπορεί να καταλήξει στη χειρότερη περίπτωση σε κακά υλοποιημένη τεχνολογία ή σε ένα τελικό αποτέλεσμα με περιορισμένο καλλιτεχνικό βάθος. Προτείνει λοιπόν αυτές η διαδικασίες να γίνονται σε συνεχή επικοινωνία από την αρχή έτσι ώστε κάθε υποομάδα να έχει γνώση για τυχόν αλλαγές που χρειάζονται με βάση τους περιορισμούς ή την αλλαγή πλάνων της άλλης. Αυτό φυσικά δε σημαίνει ότι αυτές οι διαδικασίες μπορούν να συμβαίνουν ταυτόχρονα στον ίδιο χώρο και πρόσωπο με πρόσωπο μεταξύ καλλιτεχνικής και τεχνολογικής ομάδας, κάθε στιγμή. Κάθε ομάδα μπορεί να παίρνει λίγο χρόνο ξεχωριστά έτσι ώστε η καλλιτεχνική ομάδα να μπορεί να επεξεργαστεί κάποιες ιδέες και η τεχνολογική ομάδα να ετοιμάσει κάποια πρωτότυπα. Στη συνέχεια με συχνές συναντήσεις γίνεται ανταλλαγή ιδεών και απόψεων, δοκιμές της υπάρχουσας υποδομής, αναγνώριση και επίλυση των όποιων προβλημάτων. Μία τέτοια διαδραστική και επαναλαμβανόμενη διαδικασία έχει μεγάλες πιθανότητες να δώσει ένα τελικό αποτέλεσμα που να αντικατοπτρίζει το όραμα της ομάδας.

Ο Weijdom αναπτύσσει λίγο περισσότερο αυτό το συλλογισμό και κάνει μία σχηματική ανάλυση των εργασιών, όπως παρατηρεί ότι έγιναν στα έργα που μελετάει, και προτείνει μία εναλλακτική λύση που πιστεύει ότι μπορεί να λειτουργήσει καλύτερα. Στο Σχήμα 1 παρουσιάζονται με κόκκινο τα βασικά προβλήματα που προκύπτουν από τι μέχρι τώρα προσέγγιση, ενώ στο Σχήμα 2 προτείνεται μία διαφορετική προσέγγιση που ενσωματώνει έναν κοινό μηχανισμό ελέγχου και ανατροφοδότησης των διαδικασιών.



Σχήμα 1: Προβλήματα που προκύπτουν από τον μέχρι τώρα τρόπο συνδυασμού καλλιτεχνικής θεατρικής διαδικασίας και της διαδικασίας ανάπτυξης τεχνολογίας (Weijdom, 2017, σ 17)



Σχήμα 2: Πρόταση συνδυασμού της καλλιτεχνικής θεατρικής διαδικασίας και διαδικασίας ανάπτυξης τεχνολογίας βασισμένες σε έναν κοινό μηχανισμό ελέγχου και ανατροφοδότησης (Weijdom, 2017, σ 18)

Στην πραγματικότητα, αυτό που προτείνει εδώ ο Weijdom δεν είναι κάτι παραπάνω από την εφαρμογή των γνωστών μας μεθοδολογιών σχεδιασμού αλληλεπιδραστικών συστημάτων στην ολοκληρωμένη διαδικασία παραγωγής παραστάσεων. Ουσιαστικά η φάση της παραγωγής (Σχήμα 1) χωρίζεται σε δύο φάσεις (Σχήμα 2) προσθέτοντας μία κυκλική φάση συνεργατικού πειραματισμού που περιλαμβάνει:

1. γρήγορη παραγωγή δοκιμαστικών εκδόσεων (πρωτότυπα)
2. δοκιμή των πρωτοτύπων
3. αναπροσαρμογή των απαιτήσεων
4. παραγωγή νέου πρωτοτύπου

Η σωστή επανάληψη αυτών των εργασιών σε συνεργασία με την αντίστοιχη καλλιτεχνική κυκλική διαδικασία θα δώσει τις τελικές προδιαγραφές του συστήματος. Έτσι όταν χτιστεί το τελικό, σταθερό σύστημα, αυτό θα είναι πολύ πιο κοντά στις απαιτήσεις του καλλιτεχνικού οράματος.

5.5.3 Η ΑΝΑΓΚΗ ΓΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ

Μία καλά ορισμένη μεθοδολογία, ειδικά όταν εμπλέκει την τεχνολογία, έχει και τον κατάλληλο εξοπλισμό για την υποστήριξή της. Στο θέατρο υπάρχει ήδη εξοπλισμός που βοηθάει τον τεχνικό προγραμματισμό της παράστασης, όπως για παράδειγμα τον προγραμματισμό των φώτων. Τι γίνεται στην περίπτωση των παραστάσεων μεικτής πραγματικότητας; Κατά πόσο μπορούν υπάρχουσες λύσεις να υποστηρίξουν την δημιουργική διαδικασία και τι περιθώρια υπάρχουν για δημιουργία νέων εργαλείων;

Αυτό που διαφέρει στο νέο είδος του θεάτρου μεικτής πραγματικότητας είναι ότι συχνά απαιτείται η ανάπτυξη νέας τεχνολογίας. Δηλαδή, η ανάπτυξη νέου υλικού και λογισμικού που δεν υπάρχει στα υπάρχοντα θέατρα και τις περισσότερες φορές αφορά μόνο το συγκεκριμένο έργο για το οποίο κατασκευάστηκε. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η τεχνική ομάδα χρειάζεται περισσότερο χρόνο για την σχεδίαση και την ανάπτυξη των πρωτοτύπων, πράγμα που περιπλέκει ακόμη περισσότερο τον συγχρονισμό των διαδικασιών, αφού μπορεί όταν το πρωτότυπο είναι έτοιμο η καλλιτεχνική κατεύθυνση να έχει ήδη αλλάξει.

Ο Weijdom (2017, σσ 18–19) πιστεύει πως ένας διαφορετικός τρόπος να προσεγγίσουμε αυτή την πρόκληση είναι με τη ανάπτυξη γενικών τεχνολογικών εργαλείων για το θέατρο, που θα μπορούν να εφαρμοστούν στην εκάστοτε παράσταση, μειώνοντας το χρόνο που χρειάζεται για την ανάπτυξη της τεχνολογίας. Φυσικά, κάθε απαίτηση μίας παράστασης δεν μπορεί να είναι

γενικεύσιμη, όμως υπάρχουν συγκεκριμένα μοτίβα απαιτήσεων που μπορούν να εντοπιστούν και να οδηγήσουν στην ανάπτυξη γενικών λύσεων.

Τέτοιες προσπάθειες υπάρχουν ήδη στο χώρο των παραστατικών τεχνών. Η ομάδα του Weijdom στο Media and Performance Lab του HKU University of the Arts Utrecht, κατασκευάζει τα τελευταία χρόνια ένα πακέτο εργαλείων λογισμικού⁴⁶ για performance. Τα εργαλεία αυτά μπορούν να υποστηρίξουν τη αξιοποίηση πολύπλοκου υλικοτεχνικού εξοπλισμού, όπως αισθητήρες και κάμερες καταγραφής κίνησης, και τον προγραμματισμό μίας performance μέσα από ένα απλό και εύχρηστο περιβάλλον. Ένα άλλο εργαλείο υποστήριξης παραστάσεων είναι το Isadora⁴⁷, του οποίου η ανάπτυξη έχει ξεκινήσει μέσα από τις πρακτικές ανάγκες του καλλιτέχνη Marc Coniglio. Πρόκειται για ένα λογισμικό που επιτρέπει τον προγραμματισμό και την παραμετροποίηση οπτικοακουστικού υλικού σε πραγματικό χρόνο. Το Isadora αναπτύσσεται από τον ίδιο τον Coniglio από το 2002, όμως πρόσφατα μία μεγάλη ομάδα προγραμματιστών έχει αρχίσει να δουλεύει σε αυτό, λύνοντας πολλά προβλήματα και κάνοντας το διαθέσιμο σε ευρύτερο κοινό.

Φυσικά, τα έτοιμα εργαλεία και πακέτα λογισμικού, όπως το Isadora, αφορούν τεχνολογίες που έχουν ήδη δοκιμαστεί σε μεγάλο βαθμό, έχουν βρει τη θέση τους σε μία μεγάλη γκάμα θεατρικών παραγωγών και για αυτό το λόγο μπορούν να είναι και εμπορεύσιμα. Όσο αφορά τις τεχνολογίες επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας τώρα γίνονται τα πρώτα βήματα για την εφαρμογή τους στο χώρο του θεάτρου και σε αυτό το κεφάλαιο της εργασίας μας, είδαμε αρκετά καλά παραδείγματα. Οι θεατρικές εταιρίες δε θα επένδυαν εύκολα στη δημιουργία γενικών εργαλείων που να υποστηρίζουν τέτοιου είδους παραστάσεις, πριν αυτές οι τεχνολογίες διαδοθούν περισσότερο. Για αυτό ο Weijdom τονίζει ότι τέτοιες προσπάθειες πρέπει να ξεκινήσουν από πανεπιστήμια και ερευνητικές ομάδες. Σίγουρα δεν μπορούν να δοθούν ακόμη έτοιμες λύσεις, όμως μπορούν να αναπτυχθούν εργαλεία που να διευκολύνουν τη δημιουργική διαδικασία.

⁴⁶ <http://maplab.hku.nl/r-d/tools/>

⁴⁷ <https://troikatronix.com/>

5.6 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Σε αυτό το κεφάλαιο μελετήσαμε παραδείγματα από το χώρο του θεάτρου που κάνουν χρήση τεχνολογιών μεικτής πραγματικότητας, με σκοπό να εντοπίσουμε τα βασικά χαρακτηριστικά που διέπουν αυτές τις εμπειρίες, αλλά και τα προβλήματα που προκύπτουν από την αξιοποίηση αυτών των τεχνολογιών στο θέατρο.

Ένα σημαντικό στοιχείο των θεατρικών εμπειριών μεικτής πραγματικότητας είναι η πρόκληση της αίσθησης *παρουσίας* των θεατών ή των συμμετεχόντων. Η ύπαρξη πολλαπλών παράλληλων κόσμων δυσκολεύει την επίτευξη αυτού του στόχου, για αυτό οι εμπειρίες θα πρέπει να σχεδιάζονται προσεκτικά δίνοντας ιδιαίτερο βάρος στον τρόπο με τον οποίο γίνονται οι μεταβάσεις από τον πραγματικό στον ψηφιακό κόσμο (ή στους ψηφιακούς κόσμους).

Η διάδραση είναι επίσης ένα βασικό συστατικό αυτών των εμπειριών, όμως η ύπαρξή της δεν κρίνεται πάντα απαραίτητη. Είναι σημαντικό η ανάγκη για διάδραση να προκύπτει από την ίδια την εμπειρία και να εξυπηρετεί τον καλλιτεχνικό στόχο και όχι να υπάρχει απλά γιατί υπονοείται από την τεχνολογία που επιλέχθηκε. Όταν υπάρχει διάδραση, τότε είναι σημαντικό η ύπαρξή της να είναι ξεκάθαρη στους συμμετέχοντες οι οποίοι ανά πάσα στιγμή πρέπει να γνωρίζουν αν επηρεάζουν την εμπειρία ή όχι. Ενδιαφέρον είναι ότι ο περιορισμός της διάδρασης μπορεί να εντείνει την αίσθηση ελέγχου από τους συμμετέχοντες μιας και βελτιώνει την επίγνωση της διάδρασης.

Η διαδικασία της δημιουργίας μίας παράστασης μεικτής πραγματικότητας είναι πολύπλοκη και απαιτεί τη συνεργασία ανθρώπων από διαφορετικά πεδία, αλλά και την ανάπτυξη καινοτόμων τεχνολογικών λύσεων που δεν μπορούν πάντα να βασίζονται σε γνωστές μεθόδους. Για τη βελτιστοποίηση της συνεργασίας μεταξύ των διαφόρων επαγγελματιών που εμπλέκονται σε μία τέτοια διαδικασία, απαιτείται επανασχεδιασμός της μεθοδολογίας που ακολουθείται. Μία πρόταση που έρχεται από την πρόσφατη βιβλιογραφία (Weijdom, 2017) αφορά την εφαρμογή ενός κυκλικού μοντέλου σχεδίασης, ελέγχου και επανεκτίμησης προσαρμοσμένου στα πλαίσια της δημιουργικής διαδικασίας. Αυτή η μεθοδολογία θεωρείται ότι μπορεί να μειώσει τα προβλήματα που συνήθως παρουσιάζονται λόγω έλλειψης συγχρονισμού της δημιουργικής διαδικασίας και της διαδικασίας ανάπτυξης της τεχνολογίας. Επιπλέον, κάτι που κρίνεται ότι μπορεί να βοηθήσει σημαντικά τη δημιουργική διαδικασία είναι η ανάπτυξη γενικών τεχνολογικών εργαλείων υποστήριξης παραστάσεων μεικτής πραγματικότητας, που θα προσαρμόζονται στις διαφορετικές παραστάσεις και θα μειώσουν τον χρόνο ανάπτυξης νέων τεχνολογικών λύσεων.

Απώτερος σκοπός της παραπάνω ανάλυσης είναι να αξιολογήσουμε τα οφέλη μίας πιθανής εφαρμογής ενός συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας στο θέατρο, τους τρόπους με τους οποίους ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να αξιοποιηθεί, αλλά και πως μπορούμε να βοηθήσουμε του επαγγελματίες του θεάτρου κατά την ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών.

Η τελευταίες εξελίξεις στο χώρο της επαυξημένης πραγματικότητας έχουν φέρει ξανά στο προσκήνιο την τεχνολογία των γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας, τα οποία πλέον έχουν τη δυνατότητα να συνδυάζουν τον εικονικό και τον πραγματικό κόσμο με τέτοιο τρόπο ώστε να μοιάζουν σαν ένας ενιαίος κόσμος. Δεδομένης της πρόβλεψης που δείχνει την επαυξημένη πραγματικότητα να κερδίζει σημαντικό εμπορικό μερίδιο μέσα στην επόμενη δεκαετία, τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας φαίνεται να είναι μία πλατφόρμα που θα εξερευνηθεί πολύ περισσότερο τα επόμενα χρόνια.

Συνδυάζοντας της εξελίξεις στον τομέα της επαυξημένης πραγματικότητας με τους πειραματισμούς μεικτής πραγματικότητας που είδαμε σε αυτό το κεφάλαιο, διακρίνουμε ένα σημείο σύγκλισης που μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία μίας νέας μορφής αίθουσας θεάτρου που συνδυάζει το παραδοσιακό θέατρο με τον εικονικό κόσμο. Προκειμένου να διερευνήσουμε αυτή την κατεύθυνση αλλά και να ανακαλύψουμε τις ανάγκες μίας τέτοιας αίθουσας θεάτρου, διενεργήσαμε μία έρευνα μικρής κλίμακας έρευνα με ειδικούς την οποία θα παρουσιάσουμε στο επόμενο κεφάλαιο.

6. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΘΕΑΤΡΟ

Στο προηγούμενο κεφάλαιο εντοπίσαμε τα βασικά χαρακτηριστικά που διέπουν μία παράσταση μεικτής πραγματικότητας, τα οποία συγχρόνως είναι και αυτά που τη διαφοροποιούν από μία τυπική παράσταση. Επιπλέον, είδαμε τον τρόπο με τον οποίο αλλάζει η δημιουργική διαδικασία με βάση τις αναλύσεις που έρχονται από την πρόσφατη βιβλιογραφία. Στο παρόν κεφάλαιο θα διερευνήσουμε τις δυνατότητες εφαρμογής συστημάτων επαυξημένης πραγματικότητας που θα χρησιμοποιούν στοιχεία από τις εφαρμογές που είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο αλλά μπορούν να εφαρμοστούν και στην παραδοσιακή θεατρική σκηνή.

Για το σκοπό αυτό διενεργήσαμε μία μικρής κλίμακας έρευνα που περιλάμβανε μία σειρά συνεντεύξεων με ειδικούς οι οποίοι μας βοήθησαν να καταλάβουμε περισσότερα πράγματα για την δημιουργική διαδικασία στο θέατρο, για τις ιδιαιτερότητες της Ελληνικής πραγματικότητας καθώς και για το επίπεδο της χρήσης τεχνολογίας σε αυτή. Επιπλέον, μιλήσαμε μαζί τους για την ιδέα της αξιοποίησης συστημάτων επαυξημένης πραγματικότητας στο θέατρο και συγκεκριμένα για την περίπτωση των γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας, προκειμένου να μας βοηθήσουν να βρούμε πιθανές χρήσεις αλλά και να προβλέψουμε προβλήματα που μπορεί να προκύψουν. Παρακάτω παρουσιάζουμε τον σχεδιασμό και την εκτέλεση της έρευνας, καθώς και τα αποτελέσματα αυτής.

6.1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Για την πραγματοποίηση της έρευνας αναζητήσαμε επαγγελματίες του θεάτρου που δραστηριοποιούνται κυρίως στην εγχώρια σκηνή και ειδικεύονται στη σκηνοθεσία ή την σκηνογραφία. Ο σκοπός μας ήταν, μέσα από μία συνέντευξη 1 προς 1 να προσπαθήσουμε να απαντήσουμε ή να προσεγγίσουμε την απάντηση σε κάθε ένα από τα παρακάτω ερωτήματα:

1. Ποια είναι η ροή εργασιών που ακολουθείται εμπειρικά στη θεατρική δημιουργική διαδικασία (χωρίς την εμπλοκή της τεχνολογίας)
 - a. Ποιοι ρόλοι εμπλέκονται στη δημιουργική διαδικασία
 - b. Ποιοι δουλεύουν στα παρασκήνια κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης μία παράστασης και ποιοι είναι οι ρόλοι τους

2. Ποιες ψηφιακές τεχνολογίες χρησιμοποιούνται στο θέατρο· τουλάχιστον όσο αφορά την ελληνική σκηνή
 - a. Πως αξιοποιούνται αυτές οι τεχνολογίες;
3. Πως επηρεάζει η χρήση τεχνολογίας τη δημιουργική διαδικασία αλλά και την εκτέλεση της παράστασης
 - a. Ποιοι ρόλοι προστίθενται στη διαδικασία
 - b. Τι τεχνολογικά εργαλεία, υλικού και λογισμικού, χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη των παραστάσεων
4. Πως βλέπουν οι ενεργοί επαγγελματίες το ενδεχόμενο αξιοποίησης της επαυξημένης πραγματικότητας στο θέατρο
 - a. Τι χρήσεις μπορεί να υπάρξουν
 - b. Πως περιμένουν να επηρεάσει τη δημιουργική διαδικασία
 - c. Πως μπορεί να επηρεάσει την εκτέλεση της παράστασης
 - d. Τι τεχνολογικά εργαλεία περιμένουν να έχουν για την υποστήριξη της διαδικασίας

Για την εκτέλεση της έρευνας δημιουργήσαμε ένα ερωτηματολόγιο με ανοιχτές ερωτήσεις, το οποίο χρησιμοποιήθηκε ως οδηγός για τη συζήτηση που ακολούθησε. Σε γενικές γραμμές το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει τα ερωτήματα που θέσαμε παραπάνω, με λίγο πιο αναλυτικό τρόπο, προκειμένου να οδηγήσει τη συζήτηση. Αναλυτικά το ερωτηματολόγιο βρίσκεται στο Παράρτημα Α.

Επιπλέον, κυρίως επειδή σκοπεύαμε να ηχογραφήσουμε τη συνέντευξη, συντάξαμε μία φόρμα συναίνεσης την οποία θα διαθέταμε και θα συνυπογράφαμε με τον/την συνεντευξιζόμενο/η λαμβάνοντας την ευθύνη της ασφάλειας των δεδομένων τους και της προστασίας της ταυτότητάς τους. Η φόρμα συναίνεσης μπορεί επίσης να βρεθεί στο Παράρτημα Α.

Αφού εντοπίσαμε τους επαγγελματίες οι οποίοι θα μπορούσαν να βοηθήσουν την έρευνά μας, επικοινωνήσαμε μαζί τους για την οργάνωση μία συνάντησης. Πριν τη συνάντηση, δώσαμε στους υποψήφιους συνεντευξιζόμενους μόνο τις βασικές πληροφορίες για την εργασία μας χωρίς να αναφέρουμε την τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας. Με αυτό τον τρόπο αποφύγαμε την προδιάθεση των συμμετεχόντων και την πιθανή έρευνα, από μεριά τους, επί του θέματος. Σκοπός ήταν να μπορέσουμε να πάρουμε όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες για τον τρόπο με τον οποίο προσεγγίζουν τη δημιουργική διαδικασία καθώς και την όποια εμπειρία είχαν με την τεχνολογία μέχρι σήμερα. Η εκάστοτε συνάντηση κανονιζόταν

σε μέρος, ημέρα και ώρα που εξυπηρετούσε τον εκάστοτε συνεντευξιαζόμενο, ενώ τους ενημερώναμε ότι η όλη διαδικασία θα διαρκούσε 1 έως 1.5 ώρα.

6.2 ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΗΣ

Κατά την έναρξη της συνέντευξης γινόταν μία εισαγωγή που αφορούσε το γενικότερο σκοπό της έρευνας, δηλαδή τη χρήση ψηφιακής τεχνολογίας στο θέατρο, χωρίς να προχωρήσουμε σε πολλές λεπτομέρειες, για να μην προϊδεάσουμε τον συνεντευξιαζόμενο. Στη συνέχεια αναφέραμε το επιστημονικό υπόβαθρο του συνεντευξιαστή προκειμένου να γνωστοποιήσουμε την έλλειψη εμπειρίας όσο αφορά τη δημιουργική διαδικασία του θέατρου καθώς και την πρόθεση να την καταλάβουμε όσο το δυνατόν περισσότερο γύρω από αυτή. Με αυτό τον τρόπο θέταμε από την αρχή τα όρια της συνέντευξης, ενώ ταυτόχρονα εκκινούσαμε μία διαδικασία εύρεσης κοινού λεξιλογίου, πράγμα που είναι πολύ σημαντικό σε μία διεπιστημονική έρευνα.

Στη συνέχεια προχωρούσαμε στις ερωτήσεις με βάση το ερωτηματολόγιο, το οποίο λειτουργούσε ως οδηγός και όχι ως αυστηρή λίστα ερωτήσεων. Ανάλογα με την ειδίκευση του κάθε συνεντευξιαζόμενου αλλά και την εμπειρία του, προσαρμόζαμε τον τρόπο προσέγγισης των ερωτήσεων προκειμένου να καταφέρουμε την πρόσληψη όσο το δυνατόν περισσότερης και έγκυρης πληροφορίας. Για παράδειγμα, κάποιος που είχε αρκετή εμπειρία με τεχνολογίες βιντεοπροβολής και ενσωμάτωση βίντεο στο θέατρο, μας οδηγούσε συντομότερα στη σειρά ερωτήσεων που αφορά την προσαρμογή της δημιουργικής διαδικασίας όταν αυτή περιλαμβάνει τεχνολογική ανάπτυξη. Αντίστοιχα, με κάποιον που δεν είχε τέτοια εμπειρία, επιδιώκαμε να μπούμε όσο το δυνατόν βαθύτερα στο τρόπο εργασίας με παραδοσιακά μέσα.

6.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Συνολικά στην έρευνά μας συμμετείχαν 4 σκηνοθέτες και σκηνογράφοι που είναι ενεργοί στο εγχώριο θέατρο αλλά έχουν συμμετάσχει και σε παραγωγές του εξωτερικού. Δε θα αναφέρουμε τα ονόματα των καλλιτεχνών, αλλά θα δώσουμε τα βασικά τους στοιχεία που αφορούν την εργασία μας, δηλαδή το ρόλο τους στη θεατρική δημιουργική διαδικασία, καθώς και τα χρόνια εμπειρίας τους αλλά και τη σχέση τους με την τεχνολογία.

- Ειδικός 1
 - Σκηνοθέτης
 - 37 χρόνια εμπειρίας

- Μεγάλη εμπειρία με βιντεοπροβολές αλλά και με άλλου είδους τεχνολογίας
- Έχει εργαστεί και ως ηθοποιός
- Ειδικός 2
 - Αρχιτέκτονας/Σκηνογράφος/Ενδυματολόγος
 - 20 χρόνια εμπειρίας
 - Εμπειρία με βιντεοπροβολές
 - Έχει εργαστεί και ο σκηνογράφος/ενδυματολόγος στον κινηματογράφο
- Ειδικός 3
 - Αρχιτέκτονας/Σκηνογράφος/Ενδυματολόγος
 - 10 χρόνια εμπειρίας
 - Μικρή εμπειρία με βιντεοπροβολές
- Ειδικός 4
 - Σκηνοθέτης
 - 10 χρόνια εμπειρίας
 - Έχει εργαστεί και ως ηθοποιός

6.3.1 Η ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Το πρώτο πράγμα που έγινε κατανοητό από τις συνεντεύξεις με τους ειδικούς είναι ότι η δημιουργία μία θεατρικής παράστασης εμπεριέχει μία πολύπλοκη και δύσκολη δημιουργική διαδικασία, κατά την οποία απαιτείται η συνεργασία ενός πλήθους επαγγελματιών. Ταυτόχρονα, μέσα στην όλη διαδικασία εμπλέκεται η παραγωγή του θεάτρου η οποία φυσικά έχει τον τελευταίο λόγο σχετικά με τους πόρους που καταναλώνονται αλλά και τους συνεργάτες οι οποίοι επιλέγονται. Γίνεται κατανοητό ότι πρόκειται για μία διαδικασία που απαιτεί ομαδική εργασία και πνεύμα, αλλά και προσαρμογή στις εκάστοτε δυνατότητες της παραγωγής.

Οι επαγγελματίες που εμπλέκονται στη δημιουργική διαδικασία μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τις ανάγκες της παράστασης, αλλά και τις οικονομικές δυνατότητες της παραγωγής.

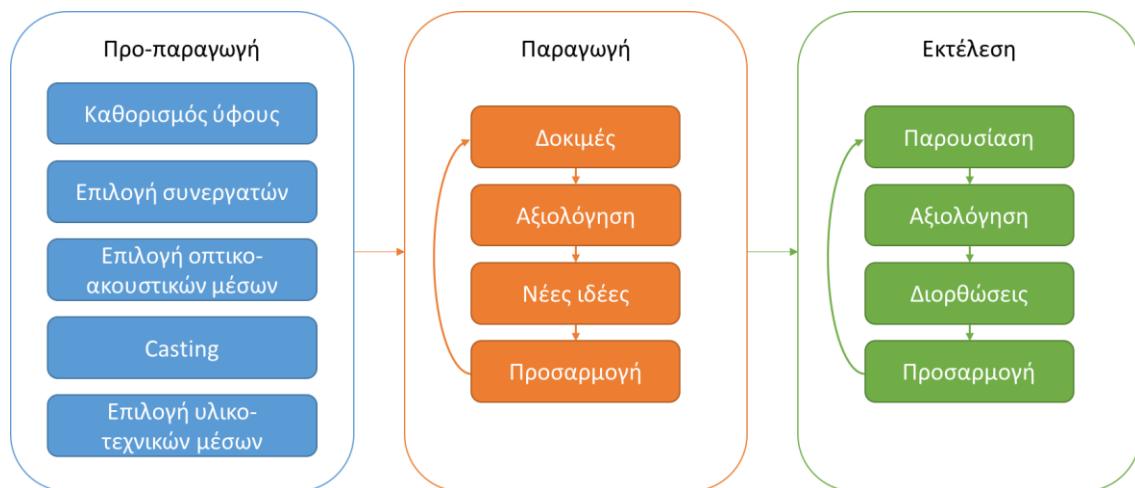
Ενδεικτικά, μερικές από τις ειδικότητες που μας ανέφεραν οι ειδικοί φαίνονται παρακάτω:

- | | | |
|-----------------|---------------------|----------------|
| ● Σκηνοθέτης | ● Χορογράφος | ● Ηθοποιοί |
| ● Σκηνογράφος | ● Φωτιστής | ● Χορευτές |
| ● Ενδυματολόγος | ● Βοηθός σκηνοθέτη | ● Τραγουδιστές |
| ● Μουσικός | ● Διευθυντής σκηνής | ● Ορχήστρα |

Η δημιουργική διαδικασία που ακολουθείται είναι κυκλική, περιλαμβάνει πολλές δοκιμές και διορθώσεις και ανατροφοδοτείται συνεχώς με νέα γνώση και ιδέες που προκύπτουν από την τριβή με το θεατρικό κείμενο και την ζύμωση ανάμεσα στους συντελεστές της παράστασης.

Αρχικά υπάρχει ένα προπαρασκευαστικό στάδιο, όπου οι βασικοί συντελεστές καθορίζουν το ύφος του έργου με βάση τη δραματουργική επεξεργασία. Έχοντας το κείμενο και το ύφος ως βάση, επιλέγονται τα οπτικοακουστικά μέσα που θα χρησιμοποιηθούν, καθώς και επιπλέον συνεργάτες που αφορούν αυτά. Για παράδειγμα αποφασίζεται αν θα υπάρχει ζωντανή μουσική, βιντεοπροβολές, κλπ.. Οι υπόλοιποι συνεργάτες, όπως ηθοποιοί και χορευτές επιλέγονται μέσα από μία διαδικασία casting. Ταυτόχρονα, χτίζεται η υλικοτεχνική υποδομή της παράστασης, όπως για παράδειγμα το σκηνικό.

Πρέπει να τονίσουμε ότι εδώ μιλάμε για ιδανικές συνθήκες, μιας και στην πράξη πολλές φορές τα πράγματα δεν γίνονται με τον ιδανικό τρόπο, σύμφωνα με τους ειδικούς με τους οποίους μιλήσαμε. Για παράδειγμα, το χτίσιμο του σκηνικού είναι μία διαδικασία που απαιτεί χρόνο και στενή συνεργασία μεταξύ σκηνοθέτη, σκηνογράφου, τεχνικών και πολλές φορές και άλλων συντελεστών. Έτσι, δεν είναι πάντα εφικτό να τελειώσει πριν την έναρξη των προβών και πολλές φορές συνεχίζεται κατά τη διάρκεια της παραγωγής.



Σχήμα 3: Σχηματική απεικόνιση της δημιουργικής διαδικασίας στο θέατρο

Από τη στιγμή που θα αρχίσουν οι πρόβες της παράστασης η διαδικασία είναι συνεχώς ανατροφοδοτούμενη. Οι δοκιμές οδηγούν σε αξιολόγηση του αποτελέσματος, νέες ιδέες μπορεί να προκύψουν και αφού προσαρμοστούν στο υπάρχον υλικό τροφοδοτούν μία νέα σειρά δοκιμών. Σε μεγάλη κλίμακα αυτή η διαδικασία μπορεί να αφορά ολόκληρη την παράσταση, όμως στα αρχικά στάδια των προβών τέτοιες κυκλικές διαδικασίες μπορεί να

επαναλαμβάνονται σε μικρότερη κλίμακα και να αφορούν ένα υποσύνολο της παράστασης, όπως μία συγκεκριμένη σκηνή.

Οι ειδικοί τόνισαν πως, στην πράξη, μία παράσταση δεν γίνεται να είναι έτοιμη στο 100% πριν παρουσιαστεί στο κοινό. Συνήθως, τα χρονικά περιθώρια που τίθενται από την παραγωγή είναι αυτά που καθορίζουν το τέλος των προβών και την έναρξη των παραστάσεων. Άλλωστε, όπως μας είπαν, μία ζωντανή παράσταση επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από το κοινό, έτσι είναι αυτονόητο πως θα προκύψουν, έστω μικρές, αλλαγές μετά τις πρώτες παραστάσεις. Η κυκλική διαδικασία λοιπόν συνεχίζεται, ακόμη και μετά την έναρξη των παραστάσεων.

Κατά την επιτέλεση μία παράστασης επίσης εργάζονται πολλοί άνθρωποι πέρα από όσους είναι πάνω στη σκηνή. Το πλήθος των διαφορετικών ειδικοτήτων εξαρτάται από το μέγεθος του θεάτρου και των οικονομικών δυνατοτήτων της παραγωγής. Μπροστά από τη σκηνή βρίσκονται ο ηχολήπτης και ο τεχνικός των φώτων, ενώ πίσω από αυτή βρίσκονται άνθρωποι που φροντίζουν ώστε η σκηνή να βρίσκεται στην κατάλληλη κατάσταση κάθε στιγμή και συνήθως δουλεύουν μέσα στο σκοτάδι κατά την αλλαγή των σκηνών. Σε μία μεγάλη παραγωγή μπορεί να υπάρχουν μεγάλα αντικείμενα και μηχανήματα, των οποίων τη μετακίνηση συντονίζουν οι μηχανικοί σκηνής και εκτελούν οι τεχνικοί. Άλλοι χειριστές εκτελούν τις μετακινήσεις μεγάλων ηλεκτροκίνητων μηχανών μέσω ειδικών χειριστηρίων, ενώ οι φροντιστές αναλαμβάνουν την σωστή τοποθέτηση των μικρών αντικειμένων που βρίσκονται επί σκηνής. Οι αμπιγέρ βρίσκονται πίσω από τη σκηνή για να βοηθήσουν τους ηθοποιούς να αλλάξουν ενδυμασίες. Φυσικά, σε μία μικρή παραγωγή πολλοί από αυτούς τους ρόλους μπορεί να λείπουν, όμως η αναφορά τους μας βοηθάει να καταλάβουμε λίγο καλύτερα την πολυπλοκότητα του εγχειρήματος.

6.3.2 Η ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Από τη συζήτησή μας με τους ειδικούς έγινε σαφές πως η τεχνολογική υποδομή που θα χρησιμοποιηθεί σε μία παράσταση καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τις παροχές του θεάτρου στο οποίο θα πραγματοποιηθεί η παράσταση και τις οικονομικές δυνατότητες της παραγωγής. Όσο αφορά τα ελληνικά δεδομένα, οι περισσότερες παραστάσεις που ξεφεύγουν από τα όρια της παραδοσιακής σκηνής, πειραματίζονται κυρίως με τη χρήση βιντεοπροβολών οι οποίες βρίσκονται πλέον σε μία πολύ εξελιγμένη μορφή. Για παράδειγμα υπάρχουν θέατρα που μπορεί να προσφέρουν ψευδο-τριδιάστατες προβολές, παρέχοντας μία οθόνη στο πίσω μέρος της σκηνής και ακόμη μία ημιδιάφανη οθόνη μπροστά από τη σκηνή. Σε κάποια θέατρα

υπάρχουν κινούμενες κεφαλές προβολής που επιτρέπουν ακόμη μεγαλύτερη ελευθερία κινήσεων και πρόσμιξη του περιεχομένου του βίντεο με τη ζωντανή παράσταση.

Τα σχόλια των ειδικών επιβεβαίωσαν την παρατήρησή μας από το κεφάλαιο 2, πως η διαθέσιμη τεχνολογία, επηρεάζει άμεσα την εξέλιξη των θεατρικών πειραματισμών. Χαρακτηριστικά είναι τα σχόλια ενός σκηνοθέτη:

«Η τεχνολογία καθορίζει και την υφολογία [...] Όταν ήρθε ο ηλεκτρισμός και ένας προβολέας φώτισε τη σκηνή, φυσικά ο ηθοποιός άρχισε να παίζει αλλιώς [...] Αν αρχίσουμε να έχουμε ολογράμματα στη σκηνή, αλλάζει όλος ο κόσμος»

Όπως μας είπαν, τα τελευταία χρόνια έχει αγοραστεί ακριβός εξοπλισμός στα μεγάλα θέατρα της Αθήνας. Έτσι, οι συντελεστές του θεάτρου μπόρεσαν να έρθουν σε επαφή με νέες τεχνολογίες, να πειραματιστούν και να αναπτύξουν ένα διαφορετικό τρόπο σκέψης προκειμένου να τις συμπεριλάβουν.

Από την άλλη μεριά, η έκρηξη των πολυμεσικών παραγωγών στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια, έχει και αρνητική χροιά. Πολλές παραγωγές χρησιμοποιούν βιντεοπροβολές προκειμένου να ακολουθήσουν το ρεύμα, χωρίς όμως να γίνεται η κατάλληλη εργασία για τη σωστή ενσωμάτωση του βίντεο στην παράσταση. Αυτό που έγινε σαφές από όσους είχαν ανάλογη εμπειρία, είναι ότι **η απόφαση για το ποια μέσα και με ποιο τρόπο θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να οδηγείται από το έργο, αφού κάθε μέσο που χρησιμοποιείται επεμβαίνει δραματουργικά στην παράσταση.**

6.3.3 ΤΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΜΕΣΑ ΩΣ ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Χαρακτηριστικό του πόσο μπορεί να επηρεάσει οποιαδήποτε τεχνολογική παρέμβαση την δομή μίας παράστασης είναι η περίπτωση των *autocues* που μπορεί να υπάρχουν σε κάποια θέατρα προκειμένου να βοηθήσουν τους ηθοποιούς με τα λόγια τους ή τους στίχους σε τραγούδια. Πρόκειται για οθόνες που τοποθετούνται πάνω στη σκηνή, σε σημείο που να είναι ορατές από τους ηθοποιούς αλλά όχι από τους θεατές και αναγράφουν κομμάτια διαλόγων ή στίχους τραγουδιών την κατάλληλη στιγμή. Όπως μας λέει ένας από τους ειδικούς, ολόκληρη η κίνηση του ηθοποιού σκηνοθετείται με τρόπο που να του επιτρέπει να κινηθεί από το ένα *autocue* στο άλλο ώστε να μπορεί να διαβάξει πάντα από κάποια οθόνη χωρίς να παραμένει στάσιμος.

Ωστόσο, οι ειδικοί φαίνεται να είναι συνηθισμένοι σε αυτό τον τρόπο οργάνωσης της δουλειάς τους. Τουλάχιστον όσο αφορά τις τεχνολογίες που υπάρχει εξοικείωση, οι συντελεστές

ενσωματώνουν τις επί μέρους διαδικασίες οργανικά στη συνολική δημιουργική διαδικασία αποφεύγοντας έτσι την διατάραξη του συνολικού προγραμματισμού. Για παράδειγμα, αν μία παράσταση απαιτεί τον σχεδιασμό ενός βίντεο, ο καλλιτέχνης που θα επιμεληθεί το βίντεο γίνεται μέλος της ομάδας και ακολουθεί την ίδια διαδικασία με τους υπόλοιπους: κατανόηση του κειμένου και της δραματουργίας, συνεννόηση με τον σκηνογράφο για θέματα διαχείρισης του χώρου και των χρωμάτων, συνεννόηση με το φωτιστή για θέματα φωτισμού και τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζει την προβολή του βίντεο, κλπ.. Μάλιστα, ακολουθείται μία διαδικασία παραγωγής πρωτοτύπων, που θα δοκιμαστούν στις πρόβες πριν το βίντεο φτάσει στην τελική του μορφή. Έτσι αποφεύγονται μεγάλες αλλαγές της τελευταίας στιγμής.

Είναι ενδιαφέρον ότι οι μηχανισμοί συνεργασίας που ακολουθούν οργανικά οι ειδικοί μοιάζουν πολύ με τη λύση που προτείνει ο Joris Weijdom (2017) αναφορικά με τις θεατρικές εμπειρίες μεικτής πραγματικότητας που είδαμε στην παράγραφο 5.5.2. Ωστόσο, στην περίπτωση του θεάτρου μεικτής πραγματικότητας, απαιτείται ανάπτυξη νέων τεχνολογικών λύσεων, πράγμα που κάνει τη διαδικασία αρκετά πιο περίπλοκη.

6.3.4 Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΘΕΑΤΡΟ

Η εμπειρία των ειδικών με τους οποίους μιλήσαμε σχετικά με την επαυξημένη πραγματικότητα ποικίλει. Κάποιοι από αυτούς είχαν έρθει σε επαφή με την τεχνολογία μέσω δημοφιλών εφαρμογών για κινητές συσκευές, όπως για παράδειγμα το Snapchat⁴⁸, μία εφαρμογή ανταλλαγής προσωπικών φωτογραφιών και βίντεο που επιτρέπει την παραμόρφωση του προσώπου, καθώς αυτό καταγράφεται μέσω κάμερας. Υπήρχαν όμως και κάποιοι που δεν ήξερα τίποτα για αυτή οπότε και χρειάστηκε να τους εξηγήσουμε περισσότερο τη θεωρία και τον τρόπο λειτουργίας της.

Κανείς από τους ερωτηθέντες δεν είχε υπόψη του κάποια θεατρική παράσταση που έχει κάνει χρήση επαυξημένης πραγματικότητας. Κάποιος από αυτούς όμως, μας ανέφερε μία παράσταση για την οποία έχει αναπτυχθεί μία εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας για έξυπνα κινητά τηλέφωνα ως μέρος της διαφημιστικής της καμπάνιας.

Οι αντιδράσεις των ειδικών στην ιδέα της εφαρμογής συστημάτων επαυξημένης πραγματικότητας στο θέατρο ήταν διφορούμενες. Κάποιοι θεώρησαν ότι αποτελεί το μέλλον του θεάτρου και του θεάματος γενικότερα και ότι δε θα πρέπει να φοβόμαστε αυτές τις

⁴⁸ <https://www.snapchat.com>

εξελίξεις, ενώ κάποιοι ήταν πολύ επιφυλακτικοί όσο αφορά τον τρόπο με τον οποίο θα επηρεάσει τη σχέση του θεατή με τη ζωντανή παράσταση που εκτυλίσσεται μπροστά του. Στην πραγματικότητα, ακόμη και εκείνοι που ήταν θετικοί στην ιδέα εξέφρασαν τις επιφυλάξεις τους όσο αφορά στον τρόπο χρήσης και ενσωμάτωσης μίας τέτοιας τεχνολογίας στο θέατρο. Αυτό το στάδιο προσαρμογής όμως είναι αναμενόμενο μέχρι μία τεχνολογία να εδραιωθεί ως τεχνολογία θεάτρου.

Στη συνέχεια παρουσιάζουμε μερικές από τις ιδέες που είχαν οι συνεντευξιαζόμενοι σχετικά με την εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας στο θέατρο. Σε πολλές από αυτές τις ιδέες υπονοείται μία ιδανική συνθήκη όπου ο θεατής είναι σε θέση να βιώσει το περιβάλλον επαυξημένης πραγματικότητας καθ' όλη της διάρκεια της παράστασης (π.χ. φορώντας γυαλιά ΕΠ). Επιγραμματικά, μερικές από τις ιδέες είναι οι παρακάτω:

- Παρουσίαση ψηφιακών σκηνικών
- Εμπλουτισμός του φυσικού σκηνικού με ψηφιακά αντικείμενα
- Αναπαράσταση καιρικών και φυσικών φαινομένων
- Παρουσίαση υπερβατικών πλασμάτων επί σκηνής (φαντάσματα, τέρατα, κλπ.)
- Αναπαράσταση πλήθους επί σκηνής
- Διάδραση του θεατή με το ψηφιακό περιεχόμενο
- Εξατομίκευση του ψηφιακού περιεχομένου στον κάθε χρήστη

Ειδική αναφορά έγινε στο παιδικό θέατρο, στο οποίο ο εντυπωσιασμός και το φανταστικό στοιχείο αποτελούν σημαντικά χαρακτηριστικά. Οι ειδικοί πιστεύουν ότι αυτό το είδος είναι το πρώτο στο οποίο μπορούν να εφαρμοστούν και να δοκιμαστούν τέτοιες ιδέες.

Όπως αναφέραμε και πιο πάνω όμως, οι ειδικοί είχαν έντονες επιφυλάξεις για τον τρόπο με τον οποίο θα εφαρμοστεί μία τέτοια τεχνολογία. Τα κύρια σημεία που τόνισαν είναι τα παρακάτω:

- Στο κέντρο οποιασδήποτε ψηφιακής δημιουργίας πρέπει να βρίσκεται η δραματοουργία του έργου, όπως συμβαίνει και με όλα τα άλλα στοιχεία της παράστασης
- Ο θεατής πρέπει να διατηρεί την επαφή του με το έργο και τους ηθοποιούς γιατί το θέατρο είναι μία έντονη σωματική εμπειρία
- Σε περίπτωση που πρέπει να συνδυαστεί με άλλα μέσα (π.χ. βιντεοπροβολές ή μηχανικά μέσα) τότε πρέπει να ληφθεί υπόψη ο σωστός συγχρονισμός με αυτά
- Πιθανώς να χρειαστεί να εφαρμοστεί σε ένα εντελώς νέο τύπο θεάτρου

Ουσιαστικά, οι ειδικοί του χώρου μας προειδοποιούν να μην πέσουμε στην παγίδα της επίδειξης της τεχνολογίας, αλλά να την αξιοποιήσουμε για να δημιουργήσουμε μία έντονη ανθρώπινη, επικοινωνιακή εμπειρία όπου η τεχνολογία εντάσσεται στο πλαίσιο της αφήγησης της εκάστοτε παράστασης και όχι το αντίστροφο.

6.4 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάσαμε την προετοιμασία και την εκτέλεση μίας έρευνας μικρής κλίμακας που σκοπό είχε την κατανόηση των παρακάτω στοιχείων όσο αφορά το θέατρο και τη σχέση του με την τεχνολογία:

1. η μεθοδολογία που ακολουθείται κατά τη δημιουργική διαδικασία στο θέατρο
2. το επιπέδου χρήσης των τεχνολογικών μέσων στο ελληνικό θέατρο
3. ο τρόπος με τον οποίο επηρεάζεται η δημιουργική διαδικασία όταν προστίθεται ψηφιακή τεχνολογία
4. οι τρόποι με τους οποίους θα μπορούσε να αξιοποιηθεί η επαυξημένη πραγματικότητα στο θέατρο, καθώς και τα προβλήματα που μπορεί να δημιουργήσει η εφαρμογή της

Είδαμε ότι η παραγωγή ενός θεατρικού έργου περιλαμβάνει μία πολύπλοκη δημιουργική διαδικασία, με πολλούς εμπλεκόμενους και απαιτεί πολύ καλή συνεργασία μεταξύ των συντελεστών. Όσο αφορά την τεχνολογία, στο ελληνικό θέατρο χρησιμοποιούνται κυρίως μηχανικές κατασκευές αλλά και ψηφιακές προβολές που επιτρέπουν τη δημιουργία μίας πολυμεσικής εμπειρίας. Παρόλο που η προσθήκη τεχνολογίας περιπλέκει τα πράγματα, οι θεατρικοί σκηνοθέτες, σκηνογράφοι και άλλοι συντελεστές είναι εξοικειωμένοι με την προσαρμογή της διαδικασίας και την εφαρμογή ενός συστήματος παραγωγής και ελέγχου πρωτοτύπων μέχρι να φτάσουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Αυτά τα αποτελέσματα συμφωνούν μάλιστα με την ανάλυση της βιβλιογραφίας που έγινε στο προηγούμενο κεφάλαιο και αυτό είναι κάτι που μας δίνει μία σειρά καλών πρακτικών για την θεατρική δημιουργική διαδικασία. Τέλος, μιλώντας με ειδικούς του θεάτρου είχαμε την ευκαιρία να πάρουμε σημαντικά σχόλια όσο αφορά την εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας στο θέατρο, για την οποία συγκεντρώσαμε χρήσιμες ιδέες εκμετάλλευσης της τεχνολογίας αλλά και μία λίστα κινδύνων που ενέχει ένα τέτοιο πείραμα.

Με δεδομένο ότι η τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας εξελίσσεται με γρήγορους ρυθμούς και αναμένεται να σημειώσει σημαντική εμπορική επιτυχία μέσα στην επόμενη δεκαετία (Εικόνα 18), πιστεύουμε πως είναι η κατάλληλη στιγμή για τον σχεδιασμό της εφαρμογής της σε κάθε τομέα που μπορεί να αξιοποιηθεί. Ταυτόχρονα, παρατηρώντας τις αντιδράσεις των ειδικών στην ιδέα της ενσωμάτωσής της στο θέατρο αλλά και τους πειραματισμούς που γίνονται με τις συγγενικές τεχνολογίες μεικτής πραγματικότητας, γίνεται κατανοητό πως είναι η σωστή περίοδος να αρχίζουμε να σχεδιάζουμε συστήματα που αξιοποιούν την εν λόγω τεχνολογία στο χώρο του θεάτρου. Στο επόμενο κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε τη δική μας πρόταση για ένα σύστημα υποστήριξης παραστάσεων με χρήση γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας.

7. ΠΡΟΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΘΕΑΤΡΟ

Με δεδομένα τα όσα μελετήσαμε στα προηγούμενα κεφάλαια προτείνουμε μία ολοκληρωμένη λύση εφαρμογής της επαυξημένης πραγματικότητας στο θέατρο. Το σύστημά μας βασίζεται στην τεχνολογία των γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας η οποία γνωρίζει άνθιση τον τελευταίο χρόνο και αναμένεται να αποτελέσει το επίκεντρο του ενδιαφέροντος γύρω από τις τεχνολογίες αυτού του είδους, τα επόμενα χρόνια. Οι λόγοι για τους οποίους επιλέγεται αυτός ο τύπος συσκευής πηγάζουν από την μέχρι τώρα έρευνα που παρουσιάσαμε. Τα χαρακτηριστικά των γυαλιών αυτών, καθώς και οι τεχνολογίες που ενσωματώνουν και δίνουν λύσεις σε αρκετά από τα προβλήματα που παρατηρήσαμε. Στις επόμενες παραγράφους θα αναλύσουμε σε μεγαλύτερο βάθος αυτά τα χαρακτηριστικά.

Όπως είδαμε στα προηγούμενα κεφάλαια, η δημιουργία, η παραγωγή και η εκτέλεση μιας θεατρικής παράστασης είναι μία πολύπλοκη διαδικασία και χρειάζεται πολύ καλή οργάνωση και συγχρονισμό μεταξύ των συντελεστών και της τεχνολογίας. Για το λόγο αυτό δεν μπορούμε να βασιστούμε μόνο στη δημιουργία και τον προγραμματισμό του ψηφιακού περιεχομένου, αλλά χρειαζόμαστε ένα σύστημα τεχνολογικών εργαλείων που θα υποστηρίξουν την ανάπτυξη των ψηφιακού περιεχομένου αλλά και τον συγχρονισμό αυτού με τα υπόλοιπα μέρη της παράστασης. Με βάση τη μελέτη μας για τον τρόπο που λειτουργεί το θέατρο, αλλά και την εμπειρία μας ως προγραμματιστές, προτείνουμε ένα σύστημα που πλαισιώνει τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας και δίνει τη δυνατότητα στους συντελεστές της παράστασης να εντάξουν την επαυξημένη πραγματικότητα στη δημιουργική διαδικασία τους.

Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε τις λεπτομέρειες γύρω από τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας, καθώς και τα στοιχεία εκείνα που τα κάνουν κατάλληλα για την αξιοποίησή τους στο θέατρο. Αμέσως μετά θα περιγράψουμε το σύστημα υποστήριξης θεατρικών παραστάσεων που πλαισιώνει τα γυαλιά με μία σειρά από εργαλεία λογισμικού. Θα παρουσιάσουμε επίσης την πρότασή μας για τον τρόπο εγκατάστασης των γυαλιών και του υποστηρικτικού υλικού μέσα στη θεατρική αίθουσα.

7.1 ΓΥΑΛΙΑ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Με τον όρο γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας εννοούμε οποιαδήποτε συσκευή φοριέται στο κεφάλι του χρήστη με τη μορφή γυαλιών και επιτρέπει την επαύξηση του πραγματικού

περιβάλλοντος με ψηφιακά, εικονικά στοιχεία. Ανήκουν στην κατηγορία «see-through» συσκευών απεικόνισης, όπως τις περιγράψαμε στο Κεφάλαιο 4· δηλαδή επιτρέπουν στο χρήστη να βλέπει το πραγματικό περιβάλλον ακριβώς μπροστά του με τα ψηφιακά στοιχεία να συνυπάρχουν με αυτό. Πολλές συσκευές μπορεί να εμπερικλείονται στον παραπάνω ορισμό, όμως καθεμία έχει διαφορετικούς στόχους και δυνατότητες.

7.1.1 Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ GOOGLE GLASS

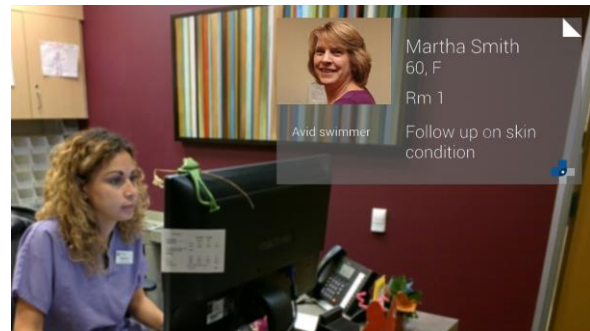
Το 2013 η Google κυκλοφόρησε το Google Glass⁴⁹, μία συσκευή που έμοιαζε πολύ με κανονικά γυαλιά (με ή χωρίς φακούς) και η οποία στο δεξί της μέρος διέθετε μία διάφανη οθόνη στην οποία ο χρήστης των γυαλιών μπορεί να βλέπει πράγματα ταυτόχρονα με το πραγματικό περιβάλλον. Επιπλέον, η συσκευή διέθετε μία κάμερα για να «βλέπει» το περιβάλλον μπροστά από το χρήστη, μία επιφάνεια επαφής στην οποία ο χρήστης μπορούσε να εκτελεί διάφορες χειρονομίες (gestures), ηχεία, καθώς και ένα εξελιγμένο σύστημα αναγνώρισης φωνής μέσω του οποίου ο χρήστης μπορούσε να δίνει εντολές. Σύντομα το Google Glass έγινε συνώνυμο της επαυξημένης πραγματικότητας, αφού ήταν η πιο φουτουριστική έξυπνη συσκευή της περιόδου. Λόγω της αυξημένης χρήσης από ευαγγελιστές της τεχνολογίας, η συσκευή ξεσήκωσε αντιδράσεις κυρίως για λόγους καταπάτησης της ιδιωτικότητας, αφού οι χρήστες του μπορούσαν να τραβήξουν εικόνες με την κάμερα του ανά πάσα στιγμή χωρίς να το αντιλαμβάνονται οι γύρω τους. Έτσι, το 2015 το Google Glass αποσύρθηκε από την αγορά και η Google άλλαξε το επιχειρηματικό της σχέδιο προσαρμόζοντας το για τις συνθήκες εργασίας σε ένα βιομηχανικό περιβάλλον και δοκιμάζοντάς το σε εργασιακά περιβάλλοντα μεγάλων εταιριών. Πλέον κυκλοφορεί ως εμπορικό προϊόν στην εταιρική του έκδοση (Steven Levy, 2017).

Φυσικά, η Google δεν είναι η μόνη εταιρία που δημιούργησε μία τέτοια συσκευή. Υπάρχουν μικρότερες εταιρίες, όπως η Vuzix⁵⁰ που προσφέρουν παρόμοιες λύσεις για βιομηχανική χρήση αρκετά χρόνια πριν. Ωστόσο, η Google λόγω του μεγέθους και της δημοφιλίας της, έκανε το προϊόν γνωστό στο ευρύτερο κοινό και άνοιξε την αγορά για ακόμα περισσότερες προσπάθειες στο χώρο.

⁴⁹ https://en.wikipedia.org/wiki/Google_Glass

⁵⁰ <https://en.wikipedia.org/wiki/Vuzix> & <https://www.vuzix.com>

Η καινοτομία του Google Glass και άλλων παρεμφερών προϊόντων δεν αφορά την πρόσμιξη εικονικού και πραγματικού κόσμου, αλλά την παρουσίαση πληροφοριακού και πολυμεσικού περιεχομένου (κείμενο, εικόνες, βίντεο, κ.α.) στο πεδίο όρασης του χρήστη. Αυτό είναι και το στοιχείο που τα κάνει πολύ χρήσιμα σε ένα περιβάλλον εργασίας. Ένας εργαζόμενος μπορεί να βλέπει απαραίτητες πληροφορίες που αφορούν τη δουλειά που κάνει εκείνη τη στιγμή, χωρίς να χρειάζεται να ανατρέψει σε κάποια άλλη συσκευή, όπως ένα έξυπνο κινητό τηλέφωνο. Έτσι, η δουλειά γίνεται περισσότερο αποδοτική, μειώνοντας την έξτρα προσπάθεια και αφήνοντας το χρήστη να επικεντρωθεί στην ουσία της εργασίας του. Για παράδειγμα, στην Εικόνα 37 βλέπουμε μία ιατρική εφαρμογή, όπου τα στοιχεία της ασθενούς εμφανίζονται στο Google Glass του γιατρού κατά την έναρξη του ραντεβού· έτσι εκείνος δε χρειάζεται να ανατρέξει σε κάποιο αρχείο, αλλά μπορεί να ξεκινήσει κατευθείαν την εξέταση.



Εικόνα 37: Παράδειγμα χρήσης του Google Glass σε ιατρική εφαρμογή (Steven Levy, 2017)

7.1.2 Η ΝΕΑ ΓΕΝΙΑ: ΓΥΑΛΙΑ ΜΕΙΚΤΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Τον τελευταίο χρόνο το ενδιαφέρον στο χώρο της επαυξημένης πραγματικότητάς έχει στραφεί σε μία νέα κατηγορία συσκευών που πολλές φορές αναφέρονται με την ονομασία «γυαλιά μεικτής πραγματικότητας» (mixed reality glasses). Πρόκειται για συσκευές που σκοπεύουν στην επαύξηση του πραγματικού κόσμου με τρισδιάστατο ψηφιακό περιεχόμενο. Η προσέγγιση αυτή είναι πολύ διαφορετική από αυτή των γυαλιών τύπου Google Glass, αφού εδώ το ψηφιακό περιεχόμενο δεν εμφανίζεται απλώς στο πεδίο όρασης του χρήστη, αλλά δημιουργείται η ψευδαίσθηση ότι "ανήκει στο πραγματικό περιβάλλον. Όπως και στην περίπτωση του Google Glass, οι προσπάθειες για την κατασκευή μιας τέτοιας συσκευής γίνονται από πολύ παλιότερα, όμως το ενδιαφέρον εντάθηκε μετά την παρουσίαση του HoloLens από τη Microsoft.

7.1.2.1 ΓΙΑΤΙ «ΜΕΙΚΤΗ» ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Ουσιαστικά η Microsoft είναι αυτή που έφερε τον όρο *Μεικτή Πραγματικότητα* στο εμπόριο, κάνοντας τον γνωστό έξω από τους ερευνητικούς κύκλους όπου μέχρι σήμερα χρησιμοποιούνταν σχεδόν αποκλειστικά. Το Microsoft HoloLens αναφέρεται ως συσκευή

μεικτής πραγματικότητας, όμως με τον ίδιο ακριβώς τίτλο η Microsoft αναφέρει και άλλες συσκευές, όπως κάσκες εικονικής πραγματικότητας. Συγκεκριμένα, ο εφευρέτης του HoloLens, Alex Kirman, σε δήλωσή του αναφέρει ότι *«Η εικονική και η επαυξημένη πραγματικότητα δεν είναι ξεχωριστές έννοιες. Είναι απλά ταμπέλες για διαφορετικά σημεία πάνω στο συνεχές της μεικτής πραγματικότητας. Για αυτό, για να απλοποιήσουμε τα πράγματα, τα αποκαλούμε όλα 'Windows Mixed Reality'»* (Adi Robertson, 2017). Η συγκεκριμένη δήλωση έγινε στο πλαίσιο της παρουσίασης μία σειράς νέων συσκευών VR HMDs (κάσκες εικονικής πραγματικότητας) που υποστηρίζονται από το προγραμματιστικό περιβάλλον της Microsoft. Ουσιαστικά μας λέει ότι το περιβάλλον αυτό είναι για τη Microsoft το ίδιο, είτε μιλάμε για διάφανες οθόνες (γυαλιά) επαυξημένης πραγματικότητας, είτε για κάσκες εικονικής πραγματικότητας, και θα αναφέρεται με την ίδια ονομασία σε όλες τις συσκευές. Όπως γίνεται φανερό και στο άρθρο της Adi Robertson στο The Verge, η χρήση αυτής της ορολογίας σε μία εμπορική ονομασία δημιουργεί σύγχυση στο αγοραστικό κοινό το οποίο δεν είναι έχει έρθει σε επαφή με τις εν λόγω τεχνολογίες και δεν ενδιαφέρεται για την θεωρία που κρύβεται πίσω από αυτές. Ωστόσο, το γεγονός ότι η έννοια της μεικτής πραγματικότητας βρίσκει τη θέση της στη βιομηχανία δείχνει ότι μπορούμε να περιμένουμε στο μέλλον περισσότερες εφαρμογές που θα επιχειρήσουν να περιορίσουν τα όρια μεταξύ πραγματικού και εικονικού κόσμου.

7.1.2.2 ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΓΥΑΛΙΩΝ ΜΕΙΚΤΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Εκτός από την Microsoft, αυτή την περίοδο δραστηριοποιούνται έντονα δύο ακόμη εταιρίες στην κατηγορία των γυαλιών μεικτής πραγματικότητας, η Meta⁵¹ και η Magic Leap⁵². Η πρώτη αποκαλεί τη δική της τεχνολογία, «επαυξημένη πραγματικότητα», ενώ η δεύτερη αποφεύγει την αναφορά σε τέτοιου είδους όρους. Η Meta είχε κάνει την πρώτη της προσπάθεια στο χώρο της μεικτής πραγματικότητας το 2013 με τη συσκευή Meta 1 ενώ μόλις κυκλοφόρησε την εξέλιξη αυτής με όνομα Meta 2. Το Meta 2 βρίσκεται σε δοκιμαστική μορφή από τον Ιανουάριο του 2017 και κινείται στην ίδια κατεύθυνση με τη Microsoft, όμως προσφέρει μία αρκετά διαφορετική εμπειρία λόγω μερικών διαφορών που θα παρουσιάσουμε παρακάτω. Όσο αφορά τη συσκευή της Magic Leap, αυτά που ξέρουμε είναι ελάχιστα καθώς η εταιρία ακολουθεί μία τακτική προώθησης κατά την οποία στοχεύει στον εντυπωσιασμό και παράλληλα στην απόκρυψη όσο περισσότερων στοιχείων γίνεται για την τεχνολογία της. Η

⁵¹ <https://www.metavision.com/>

⁵² <https://www.magicleap.com/>

συγκεκριμένη τακτική δεν μας κάνει εντύπωση σε ένα τόσο ανταγωνιστικό και καινοτόμο πεδίο. Ως μέρος της προώθησής της η Magic Leap έχει ανεβάσει στο διαδίκτυο κάποια βίντεο που δείχνουν πως θα μοιάζει μία εμπειρία επαυξημένης/μεικτής πραγματικότητας φορώντας τα γυαλιά της. Ένα στιγμιότυπο από ένα τέτοιο βίντεο είναι αυτό που φαίνεται στην Εικόνα 38, όπου βλέπουμε μία φάλαινα να εκτοξεύεται μέσα από το παρκέ ενός γηπέδου μπάσκετ, σαν αυτό να ήταν νερό. Φυσικά, σε αυτό το βίντεο όλα είναι κατασκευασμένα με τη βοήθεια κάποιου προγράμματος ειδικών εφέ, όμως αυτή είναι η εμπειρία που υπόσχεται ότι θα προσφέρει η Magic Leap και οι φήμες λένε ότι η συσκευή θα παρουσιαστεί μέσα στο επόμενο έτος. Σίγουρα δε γνωρίζουμε αν κάτι τόσο εντυπωσιακό είναι εφικτό τόσο σύντομα, ωστόσο με ένα τέτοιο παράδειγμα γίνεται γρήγορα κατανοητό ότι μία τέτοια συσκευή μπορεί να είναι αξιοποιήσιμη στο θέατρο στο κοντινό μέλλον.



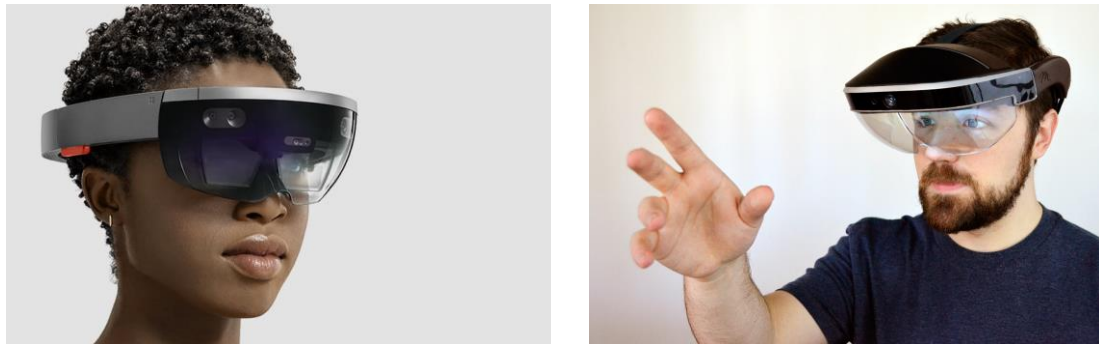
Εικόνα 38: Στιγμιότυπο από βίντεο προώθησης των γυαλιών Magic Leap

[πηγή: <https://www.magicleap.com>]

Οι πλειονότητα των πληροφοριών που έχουμε για τις συσκευές αυτής της κατηγορίας είναι από διαδικτυακούς τόπους και περιοδικά, όπου δημοσιογράφοι που ενδιαφέρονται για την τεχνολογία είχαν την ευκαιρία να δοκιμάσουν τις συσκευές ή να μιλήσουν με ανθρώπους των εταιριών. Για το HoloLens της Microsoft έχουμε πολλές πληροφορίες, μιας και έχει κυκλοφορήσει επισήμως εδώ και αρκετό καιρό. Αντίθετα, για το Meta 2 έχουμε πολύ λίγες πληροφορίες ενώ για το Magic Leap σχεδόν καμία. Στις επόμενες σελίδες θα προσπαθήσουμε να περιγράψουμε σύντομα τις δυνατότητες, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα αυτών των συσκευών προκειμένου ο αναγνώστης να έχει μία καλύτερη γνώση γύρω για από αυτές.

Σχεδίαση

Η σχεδίαση των γυαλιών μεικτής πραγματικότητας, που παρουσιάζουμε σε αυτή την παράγραφο, τα κατατάσσει στην κατηγορία των Head Mounted Displays (HMDs), ένας όρος που είναι περισσότερο γνωστός από τις κάσκες εικονικής πραγματικότητας. Η διαφορά εδώ είναι ότι στο μπροστινό μέρος τους βρίσκεται μία μεγάλη διαφανής επιφάνεια, αντί της οθόνης που συναντάμε στις κάσκες εικονικής πραγματικότητας.



Εικόνα 39: Γυαλιά μεικτής πραγματικότητας. Microsoft HoloLens (αριστερά) και Meta 2 (δεξιά)

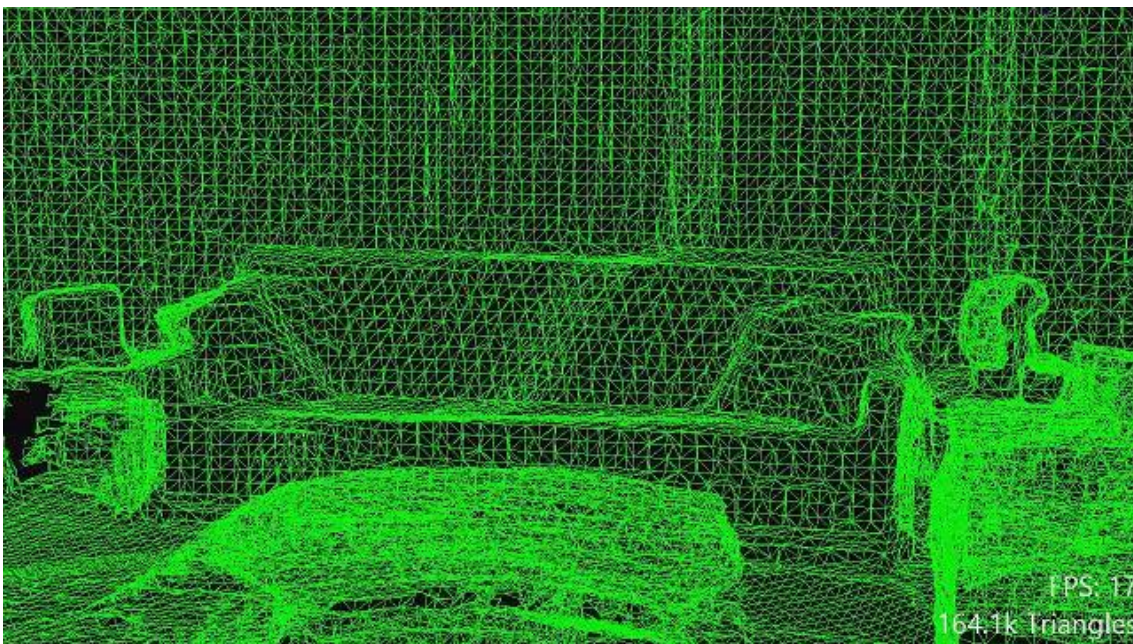
Τα γυαλιά είναι σχεδιασμένα με τρόπο που να εφαρμόζουν όσο το δυνατόν καλύτερα στο κεφάλι του χρήστη προσφέροντας τη δυνατότητα προσαρμογής του μεγέθους. Ταυτόχρονα οι εταιρίες προσπαθούν να κάνουν τα γυαλιά όσο το δυνατόν ελαφρύτερα και αθόρυβα. Για παράδειγμα το HoloLens προσφέρει παθητική ψύξη για την αποφυγή χρήσης ανεμιστήρα.

Υπολογιστική αυτονομία

Υπάρχει ένα σημαντικό στοιχείο που διαφοροποιεί τα δύο βασικά μοντέλα γυαλιών μεικτής πραγματικότητας και αυτό είναι η υπολογιστική τους αυτονομία. Τα γυαλιά χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, (α) αυτά που λειτουργούν με πλήρη αυτονομία ενσωματώνοντας όλη την υπολογιστική ισχύ τους στην ίδια τη συσκευή (π.χ. HoloLens) και (β) αυτά που απαιτούν σύνδεση με υπολογιστή (π.χ. Meta 2). Κρίνουμε αναγκαίο να κάνουμε αυτό το διαχωρισμό διότι αλλάζει σημαντικά την ευκολία χρήσης των γυαλιών και επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τις εφαρμογές για τις οποίες ενδείκνυται η κάθε συσκευή. Πιστεύουμε πως στα επόμενα χρόνια θα δούμε καινούργιες συσκευές που σχεδιάζονται να ανήκουν και στις δύο κατηγορίες, ανάλογα με τους τεχνολογικούς και την εμπορικούς στόχους της κάθε εταιρίας. Πάντως, ο τελικός στόχος φαίνεται να είναι η δημιουργία αυτόνομων γυαλιών και αυτό έχει δηλώσει ότι θα προσφέρει και η Magic Leap.

Ανίχνευση θέσης και περιβάλλοντος

Τα γυαλιά μεικτής πραγματικότητας βασίζουν τη λειτουργία τους σε ένα υβριδικό σύστημα ανίχνευσης, όπως αυτά που περιγράψαμε στην παράγραφο 4.1.6. Δηλαδή, ενσωματώνουν μία σειρά από αισθητήρες των οποίων τα δεδομένα λαμβάνονται υπόψη από κοινού για να γίνει μία συνολική χαρτογράφηση του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο βρίσκεται η συσκευή αλλά και να υπολογιστεί η θέση και η κατεύθυνσή της μέσα σε αυτό. Η σάρωση του περιβάλλοντος γίνεται σε πραγματικό χρόνο με την αξιοποίηση αλγορίθμων SLAM⁵³.



Εικόνα 40: Παράδειγμα χαρτογράφησης περιβάλλοντος HoloLens

[πηγή: <https://developer.microsoft.com>]

Ενδεικτικά, το HoloLens διαθέτει (Seth Colaner, 2016):

- Αδρανειακούς αισθητήρες (επιταχυνσιόμετρο, γυροσκόπιο και μαγνητόμετρο)
- 4 κάμερες αντίληψης περιβάλλοντος με τις οποίες γίνεται αντιληπτή η θέση και η κατεύθυνση του χρήστη μέσα στο χώρο ανά πάσα στιγμή
- 1 κάμερα αντίληψης βάθους που επιτρέπει την ακριβή ανίχνευση του περιβάλλοντος μπροστά από το χρήστη προκειμένου να γίνεται ακριβής τοποθέτηση των ψηφιακών αντικειμένων στο χώρο

⁵³ Simultaneous localization and mapping

Για το Meta 2 δεν έχουμε εξίσου αναλυτικές πληροφορίες, όμως είναι σίγουρο ότι διαθέτει αδρανειακούς αισθητήρες και κάμερα (ή κάμερες) αντίληψης βάθους. Ωστόσο, όπως διαβάζουμε (vbandi.net, 2016) και μπορούμε να επιβεβαιώσουμε βλέποντας τα διάφορα προωθητικά βίντεο της εταιρίας, η Meta φαίνεται να μην επικεντρώνεται ιδιαίτερα στην ακρίβεια της χαρτογράφησης του περιβάλλοντος και της ανίχνευσης της θέσης, αλλά περισσότερο στη διάδραση με το ψηφιακό περιεχόμενο.

Οπτική και Οπτικό Πεδίο

Τα γυαλιά μεικτής πραγματικότητας διαθέτουν κάποιου είδους σύστημα προβολής, όπως οθόνη ή προβολέα. Η διάταξη αυτού το προβολικού συστήματος σε σχέση με το διάφανο τζάμι που βρίσκεται μπροστά στα μάτια του χρήστη επιτρέπει την δημιουργία της ψευδαίσθησης ότι τα αντικείμενα της προβολής βρίσκονται έξω από το τζάμι μακριά από το χρήστη. Ανάλογα με το μέγεθος των αντικειμένων που προβάλλονται μπορεί να δημιουργηθεί η εντύπωση ότι τα αντικείμενα είναι μακριά ή κοντά. Το σύστημα οπτικής των γυαλιών συνδυάζεται με τις τεχνικές ανίχνευσης που είδαμε πιο πάνω έτσι ώστε να ψηφιακά αντικείμενα να τοποθετούνται σε συγκεκριμένα σημεία στο χώρο και να παραμένουν εκεί.

Σημαντικό ζήτημα στο θέμα της οπτικής είναι και το οπτικό πεδίο του χρήστη μέσα στο οποίο μπορεί να τοποθετηθεί ψηφιακό περιεχόμενο. Αυτό διαφέρει από υλοποίηση σε υλοποίηση και επηρεάζει αρκετά την τελική εμπειρία. Το HoloLens για παράδειγμα έχει πολύ μικρό οπτικό πεδίο, πράγμα που σημαίνει ότι ο χρήστης βλέπει ένα μικρό ορθογώνιο μπροστά του στο οποίο υπάρχει ψηφιακό περιεχόμενο. Στην Εικόνα 41 γίνονται εμφανή τα προβλήματα που μπορούν να προκύψουν από αυτό τον περιορισμό. Φυσικά η ποιότητα του τελικού αποτελέσματος και η εμπύθιση του χρήστη, εξαρτάται από το είδος και την ποιότητα της εκάστοτε εφαρμογής. Όμως σε μία χρήση των γυαλιών σε θέατρο με τυπική διάταξη των θεατών και της σκηνης,



Εικόνα 41: Το πρόβλημα του μικρού οπτικού πεδίο στο HoloLens [πηγή: <https://hololens.reality.news>]

μπορούμε να φανταστούμε ότι αυτός ο περιορισμός θα αποτελέσει πρόβλημα και σίγουρα πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τον σχεδιασμό της εμπειρίας. Στο συγκεκριμένο ζήτημα, η Meta ισχυρίζεται ότι έχει τη λύση, προσφέροντας μία γωνία θέασης των 90°, έναντι των περίπου 34° που υπολογίζεται ότι παρέχει το HoloLens (vbandi.net, 2016).

Διάδραση

Όλες οι συσκευές της κατηγορίας προσφέρουν κάποιου είδους διάδραση του χρήστη με το ψηφιακό περιεχόμενο. Το θετικό είναι ότι δεν χρειάζονται ειδικά χειριστήρια για τη διάδραση, όπως για παράδειγμα στις κάσκες εικονικής πραγματικότητας. Λόγω της πληθώρας των αισθητήρων που βρίσκονται πάνω στην ίδια τη συσκευή, είναι δυνατό να επιτευχθεί διάδραση με αναγνώριση κινήσεων. Το HoloLens προσφέρει διάδραση μέσω συγκεκριμένων



Εικόνα 42: Διάδραση με το ψηφιακό περιεχόμενο στα γυαλιά Meta 2

[πηγή: tomshardware.com]

χειρονομιών, το οποίο χρειάζεται κάποιο χρόνο εκμάθησης, ενώ το Meta 2 επικεντρώνεται στην ανάπτυξη μίας φυσικής διεπαφής (natural interface) που δίνει τη δυνατότητα να διαδράσει κανείς με το ψηφιακό περιεχόμενο με φυσικό τρόπο (Εικόνα 42). Επιπλέον, μπορεί να δίνονται και άλλοι τρόποι διάδρασης, όπως για παράδειγμα φωνητικές εντολές, κάτι που υποστηρίζεται στο Microsoft HoloLens.

Ήχος

Ο ήχος είναι σημαντικό στοιχείο σε μία εμπειρία μεικτής πραγματικότητας και για αυτό οι συσκευές που μελετάμε προσφέρουν το κατάλληλο υλικό ώστε να δημιουργούν ένα συνολικό περιβάλλον μεικτής πραγματικότητας.

Γνωρίζουμε από τις εμπειρίες εικονικής πραγματικότητας πως υπάρχουν τεχνικές που επιτρέπουν τη δημιουργία της αίσθησης πως ο ήχος προέρχεται από συγκεκριμένο σημείο στο χώρο. Ο όρος που χρησιμοποιείται για αυτού του είδους τις εφαρμογές είναι *spatialized audio*, δηλαδή ήχος στον οποίο έχει δοθεί η αίσθηση του χώρου. Τέτοιου είδους ηχητικά εφέ μπορούν να δημιουργηθούν μέσω προγραμματισμού, χωρίς να χρειάζεται ειδικός ηχητικός εξοπλισμός. Έτσι ο χρήστης μπορεί να φοράει απλά στερεοφωνικά ακουστικά αλλά να νιώθει πως ο ήχος έρχεται από συγκεκριμένη κατεύθυνση και απόσταση. Οι εμπειρίες εικονικής πραγματικότητας κάνουν εκτενή χρήση αυτής της ψευδαίσθησης για να εντείνουν την εμπύθιση του χρήστη στο εικονικό περιβάλλον.

Στην περίπτωση των γυαλιών μεικτής πραγματικότητας ο χρήστης δεν είναι δυνατό να φοράει ακουστικά, εφόσον πρέπει ταυτόχρονα να είναι σε πλήρη επίγνωση του πραγματικού περιβάλλοντος γύρω του. Έτσι, τα γυαλιά αυτού του τύπου ενσωματώνουν μία σειρά από ηχεία που βρίσκονται κοντά στα αυτιά του χρήστη και μπορούν να δώσουν την ψευδαίσθηση της κατεύθυνσης και απόστασης ενός ήχου. Με αυτό τον τρόπο ο χρήστης μπορεί να ακούει τους πραγματικούς ήχους του περιβάλλοντος ενώ ταυτόχρονα να ακούει ήχους που προέρχονται από το ψηφιακό περιεχόμενο, έχοντας την αίσθηση ενός ενιαίου ηχητικού περιβάλλοντος.

Προγραμματισμός των εμπειριών

Για τη δημιουργία των εμπειριών που αξιοποιούν τα γυαλιά μεικτής πραγματικότητας απαιτείται η χρήση κάποιων εργαλείων προγραμματισμού που παρέχονται από την εκάστοτε εταιρία. Είναι θετικό πως στις δύο δημοφιλείς συσκευές που υπάρχουν σήμερα και έχουμε μελετήσει, τα εργαλεία αυτά βασίζονται στη μηχανή παιχνιδιών Unity, που είναι το πιο δημοφιλές περιβάλλον προγραμματισμού τρισδιάστατων διαδραστικών εμπειριών. Παρόλο που έχει ξεκινήσει ως περιβάλλον προγραμματισμού για παιχνίδια, το Unity έχει αξιοποιηθεί για κάθε άλλου είδους εμπειρίες, ειδικά σε εικονική πραγματικότητα. Η κοινότητα ανθρώπων που περιβάλλει τη μηχανή είναι μεγάλη ενώ το ίδιο ισχύει και για την τεχνική τεκμηρίωσή της.

7.1.3 ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΓΥΑΛΙΩΝ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΘΕΑΤΡΟ

Πριν προχωρήσουμε παρακάτω, πρέπει να ξεκαθαρίσουμε ότι στο εξής θα χρησιμοποιούμε τον όρο «*γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας*» ο οποίος θα συμπεριλαμβάνει και τα γυαλιά της κατηγορίας που περιγράψαμε παραπάνω (HoloLens, Meta 2, Magic Leap). Αν και αυτά αναφέρθηκαν ως *γυαλιά μεικτής πραγματικότητας*, κρίνουμε πως αυτό ο όρος δεν είναι δόκιμος μιας και συμπεριλαμβάνει όλες τις συσκευές που προσφέρουν δυνατότητες μεικτής πραγματικότητας, κατά Milgram. Τέτοιες μπορεί να είναι για παράδειγμα και οι κάσκες εικονικής πραγματικότητας. Συνεπώς, πιστεύουμε πως ο όρος επαυξημένη πραγματικότητα ταιριάζει περισσότερο στα γυαλιά στα οποία αναφερόμαστε, μιας και το πραγματικό περιβάλλον αποτελεί το βασικό στοιχείο πάνω στο οποίο προστίθεται το ψηφιακό περιεχόμενο.

Στη συνέχεια θα εξετάσουμε τα βασικά πλεονεκτήματα των γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας, τόσο σε σχέση με τη μελέτη που κάναμε γύρω από της εφαρμογή τεχνολογιών μεικτής πραγματικότητας στις παραστατικές τέχνες, όσο και σε σχέση με τα αποτελέσματα της μικρής κλίμακας έρευνάς μας.

7.1.3.1 ΟΜΑΛΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΚΟΣΜΟΥ

Με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά που αναλύσαμε παραπάνω, γίνεται φανερό ότι τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας μπορούν να δημιουργήσουν μία ιδανική μίξη πραγματικού κόσμου με ψηφιακό τρισδιάστατο περιεχόμενο. Αν και υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί, όπως το περιορισμένο οπτικό πεδίο στο HoloLens ή η έλλειψη σταθερότητας στο Meta 2, περιμένουμε αυτά τα προβλήματα να λυθούν τα επόμενα χρόνια καθώς νέες συσκευές θα εμφανιστούν στο εμπόριο. Όπως είδαμε στην παράγραφο 5.3, οι μεταβάσεις μεταξύ εικονικού και πραγματικού κόσμου είναι ένα πολύ σημαντικό στοιχείο της θεατρικής εμπειρίας και απαιτείται πολύ καλός σχεδιασμός για να επιτευχθεί το ιδανικό αποτέλεσμα. Επομένως αυτή η δυνατότητα των γυαλιών μπορεί να αξιοποιηθεί για να κάνει αυτές τις μεταβάσεις πιο ομαλές.

7.1.3.2 ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΔΙΑΔΡΑΣΗ

Η διάδραση με το ψηφιακό περιεχόμενο φορώντας τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας γίνεται με την αξιοποίηση των υπαρχόντων αισθητήρων των γυαλιών και άρα δεν χρειάζονται εξωτερικές συσκευές. Σε μία θεατρική παράσταση μπορεί να μην είναι επιθυμητή η συνεχής

διάδραση των θεατών με το περιεχόμενο. Σε περιπτώσεις που χρειάζεται όμως, το γεγονός ότι γίνεται με φυσικό τρόπο, μπορεί να λειτουργήσει θετικά στην εμπύθιση του θεατή στο έργο. Με τον κατάλληλο προγραμματισμό της διάδρασης και την τήρηση των κανόνων που αναλύσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, μπορεί να επιτευχθεί ένα διαδραστικό περιβάλλον που δε θα αποσπά το χρήστη από το κυρίως θέμα της παράστασης, εκτός από τις περιπτώσεις που κάτι τέτοιο είναι επιθυμητό.

7.1.3.3 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Ο προγραμματισμός των εμπειριών που προορίζονται για τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας γίνεται μέσω της μηχανής παιχνιδιών Unity. Το προγραμματιστικό περιβάλλον Unity επιτρέπει την ανάπτυξη πρόσθετων προγραμματιστικών βοηθημάτων (plugins) που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους προγραμματιστές. Εκμεταλλευόμενοι αυτή τη λειτουργικότητα μπορούμε να δημιουργήσουμε τα κατάλληλα πρόσθετα (plugins) λογισμικού που θα βοηθήσουν την παραγωγή μιας παράστασης επαυξημένης πραγματικότητας. Ένα παράδειγμα τέτοιου plugin μπορεί να αφορά τη δυνατότητα ελέγχου της χρονικής στιγμής που θα εμφανιστεί κάποιο ψηφιακό αντικείμενο κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης, όπως για παράδειγμα συμβαίνει με τη μουσική μιας παράστασης. Έτσι, βλέπουμε πως το περιβάλλον προγραμματισμού των γυαλιών μπορεί να βοηθήσει και στην ανάγκη ανάπτυξης τεχνολογικών εργαλείων που εντοπίσαμε στην παράγραφο 5.5.3. Αυτό το χαρακτηριστικό μας βοηθάει να απαντήσουμε και στην ανάγκη που εξέφρασαν οι ειδικοί για τον συνδυασμό και συγχρονισμό του μέσου της επαυξημένης πραγματικότητας με τα υπόλοιπα μέσα της παράστασης.

7.1.3.4 ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΙΣΘΗΣΗΣ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ

Η θεατρική παράσταση αποτελεί μία έντονη σωματική εμπειρία, όπως μας εξήγησαν οι ειδικοί που συμμετείχαν στην έρευνά μας. Για αυτό, οποιαδήποτε τεχνολογία χρησιμοποιείται, θα πρέπει να σέβεται και να διατηρεί αυτό το στοιχείο. Τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας προσφέρουν αυτή τη δυνατότητα, σε αντίθεση με άλλες τεχνολογίες, όπως για παράδειγμα τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα. Φορώντας τα γυαλιά ο θεατής έχει ελεύθερα τα χέρια του και πλήρη αίσθηση του σώματός του ενώ μπορεί να δει γύρω του μέσα από το διαφανές τζάμι των γυαλιών. Αυτό το στοιχείο διαφοροποιεί σε μεγάλο βαθμό τα γυαλιά από οποιαδήποτε άλλη συσκευή που αναγκάζει το χρήστη να κοιτάξει μέσα από το περιορισμένο «παράθυρο» μιας οθόνης.

7.2 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Σε αυτή την παράγραφο θα παρουσιάσουμε τη σχεδίαση του συστήματος υποστήριξης παραστάσεων που χρησιμοποιούν τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας.

7.2.1 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

Με βάση τη μελέτη που έχουμε παρουσιάσει στα προηγούμενα κεφάλαια προκύπτουν οι παρακάτω προδιαγραφές για το σύστημα υποστήριξης παραστάσεων με χρήση των γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας.

7.2.1.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΣΥΜΦΩΝΙΑ ΜΕ ΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΙΠΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ

Το σύστημα πρέπει να υποστηρίζει την εργασία του απαραίτητου αριθμού επαγγελματιών που απαιτούνται για την παραγωγή του ψηφιακού περιεχομένου επαυξημένης πραγματικότητας καθώς και της προσαρμογής του στο χώρο του θεάτρου. Οι ρόλοι που αναμένεται να υπάρχουν είναι:

- 3D artist – δημιουργία τρισδιάστατων γραφικών στοιχείων
- προγραμματιστής – προγραμματισμός της εμπειρίας επαυξημένης πραγματικότητας

Ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε παράστασης ο αριθμός των επαγγελματιών που εμπλέκονται σε αυτή τη διαδικασία διαφέρει. Κατ' ελάχιστο αναμένεται να υπάρχει τουλάχιστον ένας για κάθε ρόλο.

7.2.1.2 ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΔΟΚΙΜΗΣ ΠΡΩΤΟΤΥΠΩΝ, ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΓΡΗΓΟΡΗΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΔΙΟΡΘΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΟΥ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΟΣ

Η συγκεκριμένη προδιαγραφή προκύπτει από τις ανάγκες και τις πρακτικές που ήδη ακολουθούν οι ειδικοί, αλλά και από το μοντέλου συνεργασίας τεχνολογικής και δημιουργικής ομάδας του Weijdom (2017), που είδαμε στα προηγούμενα.

Η εργασία της ομάδας παραγωγής ψηφιακού περιεχομένου επαυξημένης πραγματικότητας, χρειάζεται να ενσωματωθεί στην κυκλική διαδικασία ελέγχου και προσαρμογής, μαζί με τα υπόλοιπα στοιχεία της παράστασης. Έτσι, όποιες αλλαγές προκύπτουν και αφορούν το ψηφιακό περιεχόμενο επαυξημένης πραγματικότητας, πρέπει να είναι διαθέσιμες για δοκιμή με εύκολο και γρήγορο τρόπο.

7.2.1.3 ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΑ ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΣΚΗΝΗΣ

Κατά της διάρκεια των δοκιμών αλλά και της τελικής εκτέλεσης της παράστασης μπροστά σε κοινό, το ψηφιακό περιεχόμενο επαυξημένης πραγματικότητας πρέπει να μπορεί να συγχρονιστεί σε ζωντανό χρόνο με τα υπόλοιπα στοιχεία της παράστασης (ηθοποιούς, φώτα, ήχο, προβολές, κλπ.). Το σύστημα συγχρονισμού πρέπει να προσφέρει όλα τα απαραίτητα στοιχεία για την εναλλαγή του ψηφιακού περιεχομένου την κατάλληλη στιγμή. Ο τεχνικός ή οι τεχνικοί που διαχειρίζονται τα υπόλοιπα τεχνολογικά στοιχεία της παράστασης (φώτα, ήχο, προβολές) πρέπει να είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν και το σύστημα συγχρονισμού ψηφιακού περιεχομένου από την ίδια θέση.

7.2.2 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Το σύστημα εκμεταλλεύεται της δυνατότητας δικτύωσης των γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας προκειμένου να διατηρήσει μία συνεχή επικοινωνία τους με έναν κεντρικό διακομιστή (server) ο οποίος θα διαχειριστεί μία σειρά από εισερχόμενες εντολές για να τις μεταφράσει στις κατάλληλες εντολές προς τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας.

Πιο συγκεκριμένα δημιουργείται μία υποδομή βασισμένη στη δομή client-server, στην οποία clients είναι τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας. αλλά 2 διαδικτυακές εφαρμογές:

- **Developer Panel:** ένα εργαλείο σε μορφή διαδικτυακής εφαρμογής που επιτρέπει την εγκατάσταση και την ανανέωση του ψηφιακού περιεχομένου στα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας
- **Synchronization Panel:** ένα εργαλείο σε μορφή διαδικτυακής εφαρμογής που επιτρέπει την εκτέλεση εντολών συγχρονισμού προκειμένου να επιτευχθεί ο συγχρονισμός του ψηφιακού περιεχομένου με τα υπόλοιπα στοιχεία της σκηνής

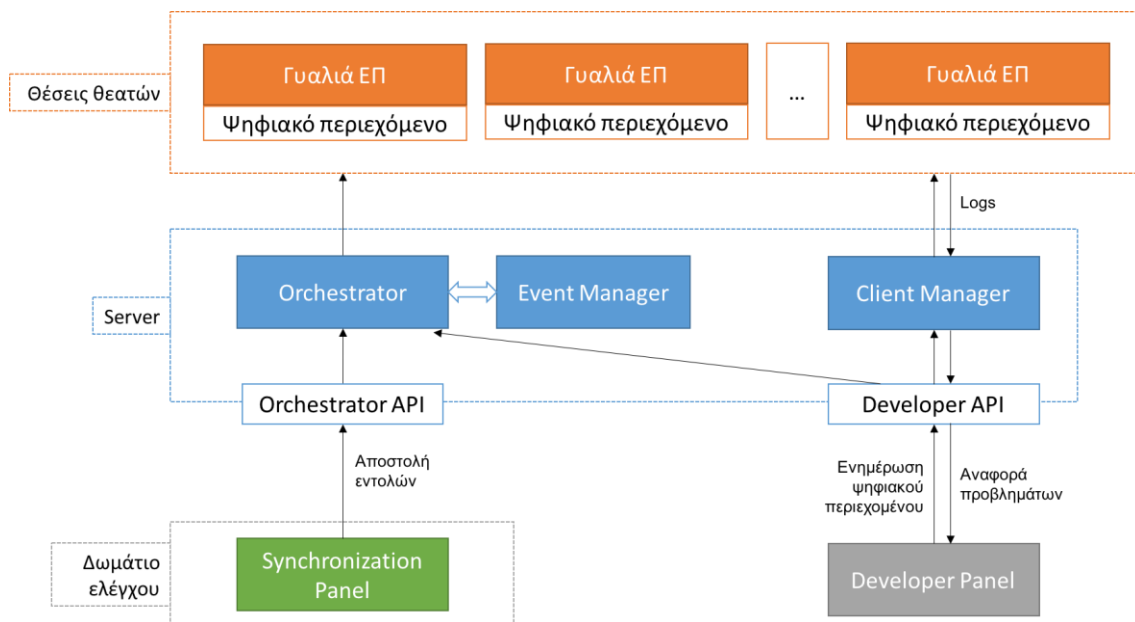
Στον server του συστήματος ενσωματώνονται 3 υποσυστήματα που υποστηρίζουν τις παραπάνω λειτουργικότητες:

- **Orchestrator:** αναλαμβάνει την ενορχήστρωση της εμπειρίας αποστέλλοντας εντολές συγχρονισμού στα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας
- **Event Manager:** αναλαμβάνει την επεξεργασία των σημάτων που έρχονται από εξωτερικές πηγές (π.χ. Synchronization Panel) και την μετατροπή τους σε κατάλληλες εντολές συγχρονισμού

- **Client Manager:** αναλαμβάνει την διαχείριση των γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας και υποστηρίζει την εγκατάσταση και ανανέωση του ψηφιακού περιεχομένου αλλά και τον έλεγχο της κατάστασης κάθε συσκευής

Επιπλέον, το περιβάλλον προγραμματισμού του ψηφιακού περιεχομένου επαυξημένης πραγματικότητας εμπλουτίζεται με ένα πρόσθετο (plugin) για τη μηχανή παιχνιδιών Unity, που επιτρέπει τον προγραμματισμό του συγχρονισμού της εμπειρίας. Συγκεκριμένα για τη μηχανή παιχνιδιών Unity παρέχεται:

- **Event Management Plugin:** επιτρέπει την δημιουργία μία λίστας γεγονότων (events) που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες αλλαγές του ψηφιακού περιεχομένου έτσι όταν αυτά τα events ενεργοποιηθούν μέσω εξωτερικών πηγών (π.χ. Synchronization Panel), πραγματοποιούνται οι σχετικές αλλαγές στο ψηφιακό περιεχόμενο



Σχήμα 4: Αρχιτεκτονική συστήματος υποστήριξης παραστάσεων με χρήση γυαλιών ΕΠ

7.2.3 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ

Για να γίνει πιο κατανοητή η σχεδίαση του συστήματος και των υποσυστημάτων παρουσιάζουμε σε αυτή την παράγραφο τον τρόπο με τον οποίο αυτό εγκαθίσταται σε μία θεατρική αίθουσα καθώς και τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιείται από τους προγραμματιστές και τους καλλιτέχνες για την ανάπτυξη του ψηφιακού περιεχομένου επαυξημένης πραγματικότητας.

7.2.3.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

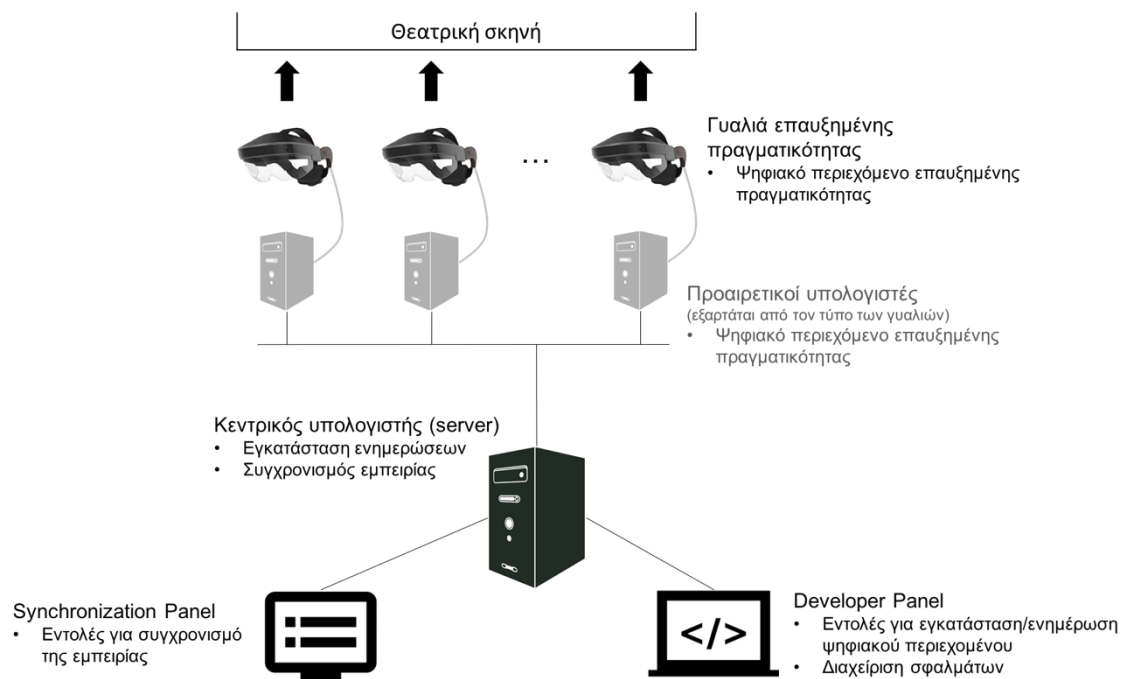
Η εγκατάσταση του συστήματος μπορεί να γίνει σε οποιοδήποτε θέατρο, αρκεί να ακολουθηθούν τα κατάλληλα βήματα. Συγκεκριμένα:

- Εγκαθίσταται ένα τοπικό δίκτυο με υποστήριξη ασύρματης και ενσύρματης επικοινωνίας
- Ο κεντρικός υπολογιστής (server) τοποθετείται σε κάποιο σημείο του θεάτρου και συνδέεται στο τοπικό δίκτυο ενσύρματα
- Τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας τοποθετούνται στις θέσεις των θεατών, συνδέονται στο τοπικό δίκτυο και εγγράφονται στο server ως clients
- Ένας υπολογιστής εγκαθίσταται στο δωμάτιο ελέγχου, μπροστά από τη σκηνή, συνδέεται στο τοπικό δίκτυο και εκτελεί το Synchronization Panel, με την επίσκεψη της κατάλληλης τοπικής διεύθυνσης δικτύου μέσω browser
- Ένας προγραμματιστής μπορεί να εκτελέσει το Developer Panel από τον υπολογιστή του, αφού συνδεθεί στο τοπικό δίκτυο και επισκεφτεί την κατάλληλη τοπική διεύθυνση

Η όλη εγκατάσταση υποστηρίζει την ενημέρωση και τον έλεγχο του συστήματος ώστε να βεβαιωθεί ότι όλα τα γυαλιά βρίσκονται σε καλή κατάσταση και εκτελούν την πιο πρόσφατη έκδοση του ψηφιακού περιεχομένου επαυξημένης πραγματικότητας. Ταυτόχρονα, μέσα στο δωμάτιο ελέγχου, οι τεχνικοί έχουν πρόσβαση σε όλα τα events που έχουν καθοριστεί από τους προγραμματιστές και μπορούν να τα ενεργοποιούν ανάλογα με τις οδηγίες του σκηνοθέτη. Μπορούμε να δούμε σχηματικά την εγκατάσταση του συστήματος στο Σχήμα 5., στην επόμενη σελίδα.

Αυτόνομα γυαλιά ή οδηγούμενα από υπολογιστή;

Σε αυτό το σημείο πρέπει να διευκρινιστεί ότι η ευκολία εγκατάστασης του συστήματος μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά από τον τύπο των γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας. Όπως είδαμε προηγουμένως τα γυαλιά μπορεί να είναι αυτόνομα, δηλαδή να εμπεριέχουν το υπολογιστικό σύστημα που απαιτείται για τη λειτουργία τους, ή να οδηγούνται από έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Γίνεται κατανοητό ότι στην πρώτη περίπτωση η εγκατάσταση γίνεται πολύ πιο εύκολα, εφόσον τα γυαλιά δεν χρειάζεται να βρίσκονται μόνιμα κοντά στις θέσεις των θεατών. Στη δεύτερη περίπτωση όμως, χρειάζεται ειδική εγκατάσταση υπολογιστών στις θέσεις του θεάτρου, πράγμα που περιπλέκει αρκετά τη διαδικασία και κάνει το όλο σύστημα λιγότερο ευέλικτο.



Σχήμα 5: Εγκατάσταση του συστήματος υποστήριξης παραστάσεων στο χώρο του θεάτρου

7.2.3.2 ΧΡΗΣΗ

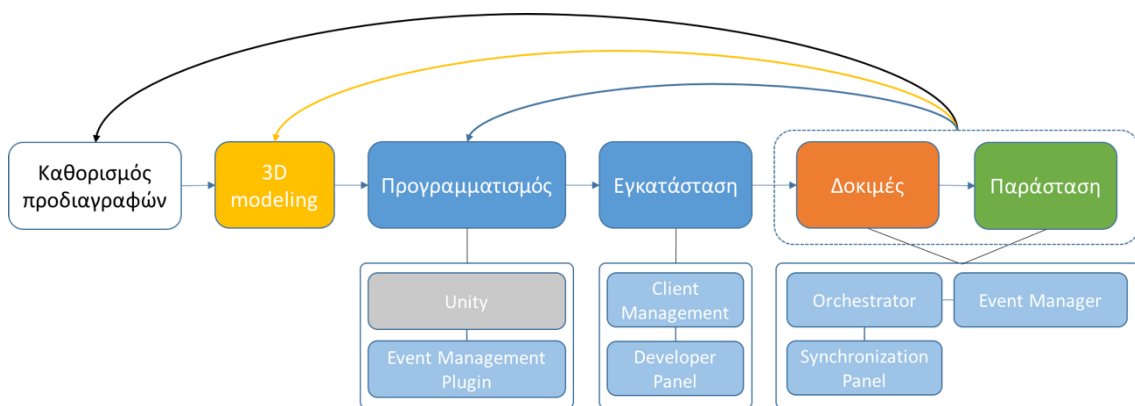
Ο σχεδιασμός του συστήματος έχει γίνει με γνώμονα την υποστήριξη της κυκλικής ανατροφοδοτούμενης δημιουργικής διαδικασίας η οποία παρατηρήσαμε ότι ακολουθείται στην πράξη από τους ειδικούς του θεάτρου. Για αυτό το σκοπό τα εργαλεία λογισμικού που περιγράψαμε χρησιμοποιούνται σε διαφορετικά στάδια της διαδικασίας με τρόπο που ακολουθεί την ίδια λογική.

Στο Σχήμα 6 παρουσιάζονται τα στάδια της διαδικασίας παραγωγής ψηφιακού περιεχομένου που βρίσκονται σε αντιστοιχία με τα στάδια της δημιουργικής θεατρικής διαδικασίας. Σε κάθε στάδιο, έχουμε αναδείξει τα υποσυστήματα που χρησιμοποιούνται σε αυτή τη φάση τη διαδικασίας.

Όπως φαίνεται και στο σχήμα, αφού δημιουργηθούν οι προδιαγραφές από την καλλιτεχνική ομάδα, ξεκινάει η παραγωγή των τρισδιάστατων μοντέλων που θα χρησιμοποιηθούν στην εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας. Η παραγωγή αυτού του υλικού γίνεται με εργαλεία που θα χρησιμοποιήσουν οι 3D artists και δεν παρέχονται από το σύστημά μας, μιας και δε θα είχε νόημα να δοκιμάσουμε να τα αντικαταστήσουμε.

Οι προγραμματιστές αξιοποιούν τα τρισδιάστατα μοντέλα για να προγραμματίσουν το ψηφιακό περιεχόμενο μέσω της μηχανής παιχνιδιών Unity και χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα

εργαλεία που παρέχονται από τους κατασκευαστές των γυαλιών. Τα εργαλεία αυτά επίσης δεν αντικαθίστανται από το σύστημά μας, αλλά χρησιμοποιούνται. Μέσω το Event Management Plugin του Unity, οι προγραμματιστές μπορούν να δημιουργήσουν events και να τα συνδέσουν με τον υπόλοιπο προγραμματισμό του ψηφιακού περιεχομένου. Για παράδειγμα η εμφάνιση ενός φαντάσματος επί σκηνής συνδέεται με το event που ονομάζεται «Σκηνή 4 – Φάντασμα». Έτσι αργότερα ο χειριστής του Synchronization Panel, θα μπορεί να ενεργοποιήσει το κατάλληλο event.



Σχήμα 6: Διαδικασία παραγωγής ψηφιακού περιεχομένου επαυξημένης πραγματικότητας και αντίστοιχα υποσυστήματα που αξιοποιούνται σε κάθε περίπτωση

Αφού τελειώσει ο προγραμματισμός μίας έκδοσης του ψηφιακού περιεχομένου, ο προγραμματιστής χρησιμοποιεί το Developer Panel για να ενημερώσει το σύστημα. Εκτελώντας την κατάλληλη εντολή μέσω του γραφικού περιβάλλοντος, ανεβάζει το περιεχόμενο στο server και μέσω του Client Manager, αυτό εγκαθίσταται στα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας. Ταυτόχρονα η λίστα των events αποθηκεύεται στο server και γίνεται προσβάσιμη από το υποσύστημα του Event Manager.

Κατά τη διάρκεια των δοκιμών ή της παράστασης, ο χειριστής χρησιμοποιεί τη διαδικτυακή εφαρμογή Synchronization Panel για να συγχρονίσει το ψηφιακό περιεχόμενο με τα υπόλοιπα στοιχεία της σκηνής. Η λίστα με τα διαθέσιμα events ενημερώνεται από το server, μέσω του Event Manager, και έτσι ο χειριστής βλέπει ένα γραφικό περιβάλλον με τις ονομασίες των events. Έτσι, την κατάλληλη στιγμή μπορεί να επιλέξει το κατάλληλο event το οποίο θα αποσταλεί στο server και μέσω του Orchestrator θα μεταβιβαστεί σε όλα τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας, προκειμένου να εμφανιστεί το κατάλληλο ψηφιακό περιεχόμενο.

Φυσικά, στο στάδιο των δοκιμών και της παράστασης μπορεί να παρατηρηθούν προβλήματα που αφορούν την ίδια την υλοποίηση και άρα ανατροφοδοτούν απευθείας τα τεχνικά στάδια του προγραμματισμού και της τρισδιάστατης μοντελοποίησης. Αντίστοιχα, η δημιουργική ομάδα μπορεί να ανακαλύψει ότι κάτι δε λειτουργεί σε συμφωνία με το γενικότερο καλλιτεχνικό στόχο και άρα να επανεξετάσουν της προδιαγραφές που αφορούν το σύνολο του ψηφιακού περιεχομένου.

7.3 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάσαμε την πρότασή μας για ένα σύστημα υποστήριξης παραστάσεων που αξιοποιούν την τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας στο θέατρο. Η πρότασή μας στηρίχθηκε στη μελέτη και την έρευνα που παρουσιάσαμε στα προηγούμενα κεφάλαια.

Έχοντας ως βάση τα αποτελέσματα της προηγούμενης διερεύνησης, εξηγήσαμε τους λόγους για τους οποίους επιλέξαμε τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας ως την κεντρική τεχνολογία του συστήματός μας και στη συνέχεια παρουσιάσαμε τις προδιαγραφές του συστήματος όπως αυτές προκύπτουν από τις ανάγκες των ειδικών του θεάτρου. Στη συνέχεια παρουσιάσαμε τη σχεδίαση ενός συστήματος που υλοποιεί αυτές τις προδιαγραφές και περιγράψαμε τον τρόπο με τον οποίο αυτό μπορεί να εγκατασταθεί σε μία θεατρική αίθουσα. Τέλος, δείξαμε τον τρόπο χρήσης αυτού του συστήματος που συνάδει με την οργάνωση των εργασιών που περιλαμβάνει η δημιουργική διαδικασία στο θέατρο.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

8.1 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη του διεπιστημονικού πεδίου που συνδυάζει το θέατρο με την τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας, ο έλεγχος της εφαρμοσιμότητα αυτής της τεχνολογίας στο θέατρο και εν συνεχεία η πρόταση μίας τέτοιας εφαρμογής. Για την προσέγγιση αυτών των ζητημάτων εκτελέσαμε μία σειρά από ενέργειες όπως τις παρουσιάσαμε σε αυτήν εδώ την αναφορά. Ανατρέξαμε στη βιβλιογραφία για να διακρίνουμε τον ρόλο της τεχνολογίας από τη γέννηση του θεάτρου μέχρι σήμερα, όπου και εντοπίσαμε τη στενή σχέση τους ανά τους αιώνες. Ορίσαμε την έννοια της επαυξημένης πραγματικότητας και τον συγγενών εννοιών της, όπως εικονική και μεικτή πραγματικότητα, και στη συνέχεια παρουσιάσαμε τις τεχνολογίες που υποστηρίζουν τη λειτουργία της. Διερευνήσαμε την ύπαρξη θεατρικών έργων που αξιοποιούν την επαυξημένη πραγματικότητα και οδηγηθήκαμε στις δουλειές μίας μικρής κοινότητας ερευνητών και καλλιτεχνών που πειραματίζεται με συγγενείς τεχνολογίες όπου εντοπίσαμε το μεγάλο περιθώριο εξέλιξης και ανάπτυξης αυτών των ιδεών. Αναλύοντας τα παραδείγματα που εντοπίσαμε, συγκεντρώσαμε τα βασικά χαρακτηριστικά αυτών των πειραματισμών αλλά και τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν. Στη συνέχεια, συνδυάσαμε αυτά τα ευρήματα με μία προσωπική έρευνα μικρής κλίμακας προκειμένου να διαμορφώσουμε τις προδιαγραφές ενός συστήματος που θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για τον εμπλουτισμό μίας θεατρικής παράστασης με ψηφιακό περιεχόμενο επαυξημένης πραγματικότητας. Αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας για το σκοπό μας, λόγω των καινοτόμων τεχνολογιών που ενσωματώνουν και λύνουν αρκετά από τα προβλήματα που εντοπίσαμε στην παραπάνω μελέτη. Έτσι, έχοντας αυτά ως βάση σχεδιάσαμε ένα σύστημα, η υλοποίηση του οποίου πιστεύουμε ότι μπορεί να αποτελέσει το έναυσμα μίας σειράς πειραματισμών και εξερεύνησης των δυνατοτήτων της επαυξημένης πραγματικότητας στο πλαίσιο του θεάτρου.

8.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΚΕΨΕΙΣ – ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας γίνεται φανερό ότι ο χώρος της επαυξημένης πραγματικότητας είναι ένα πολλά υποσχόμενο πεδίο που μπορεί να συνδυαστεί με πλήθος άλλων πεδίων, δημιουργώντας χώρο για νέους διεπιστημονικούς πειραματισμούς. Το θέατρο είναι ένα από αυτά τα πεδία και η σύγκλισή του με την επαυξημένη πραγματικότητα, φαίνεται ότι μπορεί να δώσει εντυπωσιακά αποτελέσματα.

Ωστόσο, κάθε εργαλείο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργήσει αλλά και για να καταστρέψει. Έτσι και η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί με εντελώς λάθος τρόπους όπου στην καλύτερη περίπτωση θα αποτελέσει τρικ εντυπωσιασμού, ενώ στη χειρότερη θα προσβάλει τα ίδια τα θεατρικά έργα και τους συγγραφείς τους.

Όπως και στα περισσότερα πράγματα, πόσο μάλλον σε ένα τόσο νεαρό διεπιστημονικό πεδίο, δεν υπάρχει η μαγική συνταγή της επιτυχίας για τον τρόπο με τον οποίο θα εφαρμοστεί η τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας στο θέατρο. Όμως, η μελέτη των περιπτώσεων χρήσης της μεικτής πραγματικότητας σε performances, αλλά και η έρευνά μας με τους ειδικούς του θεάτρου, μας δίνουν μία πρώτη λίστα καλών πρακτικών που πρέπει να ακολουθούνται κατά το σχεδιασμό μίας θεατρικής εμπειρίας που συνδυάζει τον πραγματικό κόσμο με τον εικονικό. Εν συντομία αναφέρουμε τα σημαντικότερα ευρήματα αυτής της μελέτης όπως παρουσιάστηκαν στα κεφάλαια 5 και 6.

- Η μεταβάσεις μεταξύ πραγματικού και εικονικού κόσμου πρέπει να σχεδιάζεται με λεπτομέρεια και να σκοπεύει στην επίτευξη μίας ενιαίας εμπειρίας που εξυπηρετεί την κεντρική αφήγηση.
- Να αποφεύγεται η παγίδα της προσθήκης διάδρασης σε μία θεατρική εμπειρία απλά και μόνο λόγω της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται και η οποία μπορεί να είναι «παραδοσιακά» διαδραστική. Η διάδραση θα πρέπει να προδιαγράφεται από την προσαρμογή του κειμένου και τις ανάγκες του καλλιτεχνικού έργου.
- Όταν ενσωματώνεται διάδραση πρέπει να σχεδιάζεται πολύ προσεκτικά ώστε οι συμμετέχοντες να γνωρίζουν την ύπαρξή της και να έχουν επίγνωση του βαθμού στον οποίο επηρεάζουν την εμπειρία κάθε στιγμή. Ο περιορισμός της διάδρασης μπορεί να βοηθήσει προς αυτή την κατεύθυνση.
- Η δημιουργική διαδικασία πρέπει να βρίσκεται σε συνεχή επικοινωνία με την διαδικασία ανάπτυξης τεχνολογίας προκειμένου τα προβλήματα που αντιμετωπίζονται σε καθεμία από αυτές να οδηγούν την συνδυαστική προσαρμογή και των δύο.

- Στο κέντρο οποιασδήποτε δημιουργίας πρέπει να βρίσκεται η δραματουργία του έργου την οποία πρέπει να σέβονται και να ακολουθούν όλα τα μέσα της παράστασης, συμπεριλαμβανομένης της επαυξημένης πραγματικότητας.
- Χρειάζεται μεγάλη προσοχή για τη διατήρηση της αίσθησης του σώματος του θεατή γιατί το θέατρο αποτελεί μία εξορισμού σωματική εμπειρία. Ο θεατής πρέπει να έχει συνεχώς επίγνωση του περιβάλλοντός του και του σώματός του μέσα σε αυτό, ακόμη κι αν αυτό το περιβάλλον είναι εικονικό.

Σεβόμενοι όλους αυτούς τους προβληματισμούς, παρουσιάσαμε την πρότασή μας για μία σειρά εργαλείων που απευθύνονται κυρίως στο τεχνικό κομμάτι της εφαρμογής της επαυξημένης πραγματικότητας στο θέατρο. Ο λόγος που το προσεγγίσαμε με αυτό τον τρόπο ήταν ότι στόχος μας είναι να επηρεάσουμε κατά το λιγότερο δυνατό τη δημιουργική διαδικασία και να παραδώσουμε στους καλλιτέχνες ένα εργαλείο έκφρασης και συνεργασίας. Ο ρόλος μας δεν είναι να επιβάλλουμε στους καλλιτέχνες μία νέα μορφή δημιουργίας, αλλά να καταλάβουμε τις ανάγκες τους και να υποστηρίξουμε την έκφρασή τους μέσα από την επαυξημένη πραγματικότητα στο βαθμό που αυτοί το επιθυμούν.

8.3 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας δεν είχαμε τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε μία συσκευή γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας και να πειραματιστούμε με αυτή. Για το λόγο αυτό πιστεύουμε πως το επόμενο βήμα θα ήταν στην πραγματικότητα να κάνουμε ένα βήμα πίσω, να πάρουμε στα χέρια μας μία τέτοια συσκευή και να πειραματιστούμε μαζί της για να διαπιστώσουμε ιδίοις όμμασι τις δυνατότητες και τους περιορισμούς της. Στη συνέχεια να συνεργαστούμε με μία καλλιτεχνική ομάδα για να δημιουργήσουμε μία πρωτότυπη θεατρική εμπειρία την οποία θα δοκιμάσουμε και θα αξιολογήσουμε με ένα ελεγχόμενο σύνολο θεατών.

Στο πλαίσιο αυτής της, πρακτικής πλέον, διερεύνησης μπορούμε να υλοποιήσουμε το προτεινόμενο σύστημα που περιγράψαμε στο κεφάλαιο 7 και να αξιολογήσουμε την απόδοσή του για την δημιουργία και την υποστήριξη παραστάσεων που αξιοποιούν την επαυξημένη πραγματικότητα. Αργότερα μπορούμε να σχεδιάσουμε και να υλοποιήσουμε επεκτάσεις πάνω στο υπάρχον σύστημα, μερικές από τις οποίες μπορεί να είναι οι ακόλουθες:

- Σύνδεση του συστήματος ορισμού και επεξεργασίας γεγονότων (events) με αισθητήρες που τοποθετούνται επί σκηνής για την αυτοματοποίηση του συγχρονισμού της θεατρικής σκηνής με το ψηφιακό περιεχόμενο επαυξημένης πραγματικότητας
- Βελτιστοποίηση της σταθερότητας του ψηφιακού περιεχομένου σε σχέση με το φυσικό κόσμο με την εγκατάσταση και αξιοποίηση επιπλέον αισθητήρων (κάμερες) αντίληψης βάθους σε διαφορετικά σημεία του θεάτρου (π.χ. πάνω από τη σκηνή)
- Δημιουργία συνδέσεων με άλλα εργαλεία λογισμικού (π.χ. Isadora) ή κονσόλες ελέγχου προβολικών και φωτιστικών εγκαταστάσεων για τον ευκολότερο συγχρονισμό των διαφόρων μέσων του θεάτρου

Αυτές είναι μόνο μερικές από τις πιθανές επεκτάσεις του συστήματος που προτείνουμε. Όταν αποκτήσουμε μεγαλύτερη εμπειρία και εξοικείωση με τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας και υλοποιήσουμε την πρώτη έκδοση του συστήματος, σίγουρα θα είμαστε σε θέση να προδιαγράψουμε πολύ περισσότερες.

8.4 ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η τεχνολογία, σε μηχανική, σε χημική, ή σε ηλεκτρονική μορφή, ήταν πάντα μέρος της θεατρικής σκηνής, γιατί πάντα υπήρχαν καλλιτέχνες έτοιμοι να πειραματιστούν με αυτή. Το ίδιο συμβαίνει και με της σύγχρονες τεχνολογίες, όπως αυτές της φορητής υπολογιστικής και της μεικτής πραγματικότητας. Η ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών στο θέατρο είναι θέμα χρόνου και έμπνευσης. Ο ρόλος μας είναι να προετοιμάσουμε το έδαφος για την όσο το δυνατότερο ομαλότερη ενσωμάτωσή τους, με σεβασμό στη δημιουργική διαδικασία. Να δημιουργήσουμε εργαλεία που θα βάζουν στο επίκεντρο τον καλλιτεχνικό στόχο και θα υποστηρίζουν την επίτευξή του. Αυτό το ρόλο προσπαθήσαμε να παίξουμε σε αυτή την εργασία, μέσα από την έρευνα μας και την πρόταση για την ανάπτυξη συγκεκριμένων υποστηρικτικών εργαλείων λογισμικού. Σε ένα καινούργιο και ταυτόχρονα ευρύ διεπιστημονικό πεδίο όπως αυτό που μελετάμε, υπάρχει μεγάλο περιθώριο περεταίρω έρευνας και εξέλιξης των ιδεών που αναπτύξαμε. Ελπίζουμε ότι αυτή η εργασία είναι το πρώτο βήμα προς την σωστή κατεύθυνση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

Adi Robertson (2017) 'Replacing VR and AR with 'mixed reality' is good for Microsoft and bad for the rest of us', *The Verge*, Μάιος.

Anchuli Felicia King (2016) *Beyond Liveness: The Dramaturgies of Augmented Reality in Live Theatre*, *HowlRound*. Διαθέσιμο στο: <http://howlround.com/beyond-liveness-the-dramaturgies-of-augmented-reality-in-live-theatre> (Ημερομηνία πρόσβασης: 11 Σεπτέμβριος 2017).

Auer, T. και Pinz, A. (1999) 'Integration of optical and magnetic tracking for multi-user augmented reality', *Computers and Graphics (Pergamon)*, 23(6), σσ 805–808. doi: 10.1016/S0097-8493(99)00106-5.

Azuma, R. T. (1997) 'A Survey of Augmented Reality', *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), σσ 355–385. doi: 10.1162/pres.1997.6.4.355.

Bajura, M., Fuchs, H. και Ohbuchi, R. (1992) 'Merging Virtual Objects with the Real World : Seeing Ultrasound Imagery within the Patient', *Computer Graphics*, 26(2), σσ 203–210. doi: 10.1145/142920.134061.

Bajura, M. και Neumann, U. (1995) 'Dynamic registration correction in augmented-reality systems', *Proceedings Virtual Reality Annual International Symposium '95*, (September), σσ 189–196. doi: 10.1109/VRAIS.1995.512495.

Baldry, H. (1981) *Το τραγικό θέατρο στην αρχαία Ελλάδα*. Εκδόσεις Καρδαμίτσα.

Barbara Casassus (2015) 'The show goes on in Paris – through augmented-reality glasses', *The Guardian*, 12 Δεκέμβριος.

Barón-Nusbaum, B. (2013) 'Forgotten Wizard: The Scenographic Innovations of Mariano Fortuny', στο *Theatre, Performance and Analogue Technology*. London: Palgrave Macmillan UK, σσ 73–93. doi: 10.1057/9781137319678_5.

Beacham, R. (2013) 'Heron of Alexandria's 'Toy Theatre' Automaton: Reality, Allusion and Illusion', στο *Theatre, Performance and Analogue Technology*. London: Palgrave Macmillan UK, σσ 15–39. doi: 10.1057/9781137319678_2.

Bell, P. (2000) 'Dialogic Media Productions and Inter-Media Exchange', *Journal of Dramatic Theory and Criticism*, 14(2), σ 41, 56.

Benford, S. κ.ά. (1998) 'Understanding and Constructing Shared Spaces with Mixed-Reality Boundaries', *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 5(3), σσ 185–223. doi: 10.1145/292834.292836.

Bezdicek, D. (2011) *House Hunting Just Got Easier with Augmented Reality - HomeSpotter Blog*. Διαθέσιμο στο: <http://blog.homespotter.com/2011/11/15/house-hunting-just-got-easier-with-augmented-reality/> (Ημερομηνία πρόσβασης: 11 Ιούνιος 2017).

Bhatnagar, D. K. (1993) 'Position trackers for Head Mounted Display systems: A survey', *University of North Carolina, Chapel Hill TR93-010*, σσ 1–22.

Billinghurst, M., Clark, A. και Lee, G. (2015) 'A Survey of Augmented Reality', *Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction*, 8(2–3), σσ 73–272. doi: 10.1561/11000000049.

Billinghurst, M., Weghorst, S. και Furness, T. (1998) 'Shared space: An augmented reality approach for computer supported collaborative work', *Virtual Reality*, 3(1), σσ 25–36. doi:

10.1007/BF01409795.

Braga, M. κ.ά. (2002) 'A Registration, Tracking, and Visualization System for Image-Guided Surgery', *Annals of surgery*, 236(6), σ 759–766; discussion 767.

Broadhurst, S. (2002) 'Blue Bloodshot Flowers: interaction, reaction and performance', *Digital Creativity*, 13(3), σσ 157–163. doi: 10.1076/digc.13.3.157.7340.

Broll, W., Grünvogel, S., κ.ά. (2004) 'Interactive Props and Choreography Planning with the Mixed Reality Stage', *Entertainment Computing – ICEC 2004*, σσ 185–192.

Broll, W., Augustin, S., κ.ά. (2004) 'The Mixed Reality Stage - an interactive collaborative pre-production environment'. doi: 10.1.1.58.9021.

Caudell, T. P. και Mizell, D. W. (1992) 'Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes', *Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences*, ii, σσ 659–669 τ.2. doi: 10.1109/HICSS.1992.183317.

Charitos, D. και Theona, I. (2015) 'Placemaking by mediated urban spatial experiences in the era of the Internet of Things', στο *MEDIACITY 5 Internation Confernce, Workshops and Urban Interventions*. Plymouth, UK.

Colombero, C. κ.ά. (2014) 'Augmented Reality Theater Experience', *ACM SIGGRAPH 2014 Posters*, σ 26:1--26:1. doi: 10.1145/2614217.2614247.

Comport, A. I., Marchand, P. και Chaumette, F. (2003) 'A real-time tracker for markerless augmented reality', στο *Proceedings - 2nd IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, ISMAR 2003*, σσ 36–45. doi: 10.1109/ISMAR.2003.1240686.

Craig, S. (1980) *Dreams and deconstructions : alternative theatre in Britain*. Amber Lane Press.

Curtin, A. (2013) 'Recalling the Theatre Phone', στο *Theatre, Performance and Analogue Technology*. London: Palgrave Macmillan UK, σσ 214–231. doi: 10.1057/9781137319678_12.

Dixon, S. (2007) *Digital Performance: A History of New Media in Theater, Dance, Performance Art, and Installation*. MIT Press.

Dupont, F. (2003) *Η αυτοκρατορία του ηθοποιού*. Επιμέλεια Σοφία Γεωργακοπούλου. Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τραπέζης.

Evantheia Schibsted (1996) *Lifeform*, *WIRED*. Διαθέσιμο στο: <https://www.wired.com/1996/10/schiphorst-2/> (Ημερομηνία πρόσβασης: 20 Αύγουστος 2017).

Feiner, B. S. K. (2002) 'AUGMENTED REALITY : A NEW WAY OF SEEING Computer scientists', *Scientific American*, 286(4), σσ 48–55.

Feiner, S. κ.ά. (1997) 'A touring machine: Prototyping 3D mobile augmented reality systems for exploring the urban environment', *Personal Technologies*. IEEE Comput. Soc, 1(4), σσ 208–217. doi: 10.1007/BF01682023.

Fiala, M. (2005) 'ARTag, a fiducial marker system using digital techniques', στο *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, σσ 590–596. doi: 10.1109/CVPR.2005.74.

Fischler, M. A. και Bolles, R. C. (1981) 'Random sample consensus: a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography', *Communications of the ACM*, 24(6), σσ 381–395. doi: 10.1145/358669.358692.

- Fitzmaurice, G. W. (1993) 'Situated information spaces and spatially aware palmtop computers', *Communications of the ACM*, 36(7), σσ 39–49. doi: 10.1145/159544.159566.
- Furness, T. A. (1986) 'The Super Cockpit and its Human Factors Challenges', *Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting*, 30(1), σσ 48–52. doi: 10.1177/154193128603000112.
- Geiger, C. κ.ά. (2001) 'Mobile AR4ALL', στο *Proceedings - IEEE and ACM International Symposium on Augmented Reality, ISAR 2001*, σσ 181–182. doi: 10.1109/ISAR.2001.970532.
- Globe Education (2014) 'Special effects'.
- Gokturk, S. B., Yalcin, H. και Bamji, C. (2004) 'A time-of-flight depth sensor - System description, issues and solutions', στο *IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops*. doi: 10.1109/CVPR.2004.291.
- Gottschalk, S. και Hughes, J. F. (1993) 'Autocalibration for virtual environments tracking hardware', στο *Proceedings of the 20th annual conference on Computer graphics and interactive techniques - SIGGRAPH '93*. New York, New York, USA: ACM Press, σσ 65–72. doi: 10.1145/166117.166124.
- Gunn, C. κ.ά. (2003) 'Trans-World Haptic Collaboration', στο *ACM SIGGRAPH 2003 Sketches & Applications*, σσ 1–1. doi: 10.1145/965494.965495.
- Henrysson, A. και Ollila, M. (2004) 'UMAR - Ubiquitous Mobile Augmented Reality', *Information Systems Journal*, 83(Proceedings of the 3rd international conference on Mobile and ubiquitous multimedia), σσ 41–45. doi: 10.1145/1052380.1052387.
- Hodges, S. κ.ά. (2006) 'SenseCam: a retrospective memory aid', *UbiComp 2006: Ubiquitous Computing*, 4206, σσ 177–193. doi: 10.1007/11853565.
- ISPR (2000) *The Concept of Presence: Explication Statement, International Society for Presence Research*. Διαθέσιμο στο: <https://ispr.info/about-presence-2/about-presence/> (Ημερομηνία πρόσβασης: 17 Σεπτέμβριος 2017).
- Izadi, S. κ.ά. (2011) 'Kinect Fusion: Real-time 3D Reconstruction and Interaction Using a Moving Depth Camera', *Proceedings of the 24th annual ACM symposium on User interface software and technology - UIST '11*, σ 559. doi: 10.1145/2047196.2047270.
- Jernigan, D. κ.ά. (2009) 'Digitally augmented reality characters in live theatre performances', *International Journal of Performance Arts and Digital Media*, 5(1), σσ 35–49. doi: 10.1386/padm.5.1.35_1.
- Julier, S., Lanzagorta, M. και Baillet..., Y. (2000) 'Information filtering for mobile augmented reality', *Augmented Reality, ...*, σσ 3–11. doi: 10.1109/ISAR.2000.880917.
- Kastel, T. κ.ά. (2013) 'AR'istophanes: Mixed Reality Live Stage Entertainment with Spectator Interaction', στο, σσ 390–399. doi: 10.1007/978-3-642-39420-1_41.
- Kato, H. και Billinghurst, M. (1999) 'Marker tracking and HMD calibration for a video-based augmented reality conferencing system', στο *Proceedings 2nd IEEE and ACM International Workshop on Augmented Reality (IWAR'99)*. IEEE Comput. Soc, σσ 85–94. doi: 10.1109/IWAR.1999.803809.
- Kattelman, B. A. (2013) 'Spectres and Spectators: The Poly-Technologies of the Pepper's Ghost Illusion', στο *Theatre, Performance and Analogue Technology*. London: Palgrave Macmillan UK, σσ 198–213. doi: 10.1057/9781137319678_11.
- Koleva, B. κ.ά. (2001) 'Orchestrating a mixed reality performance', *Proceedings of the SIGCHI*

conference on Human ..., (3), σσ 38–45. doi: 10.1145/365024.365033.

Koski, K. (2007) *Augmenting Theatre : Engaging with the content of performances and installations on intermedial stages*. Acta Universitatis Lapponiensis.

Laurel, B. (1993) *Computers as theatre*. Addison-Wesley Pub. Co.

Mann, S. (2002) 'Mediated Reality with implementations for everyday life', *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, σσ 1–13. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.

Mann, S. (2007) 'Natural Interfaces for Musical Expression : Physiphones and a physics-based organology', *Proceedings of the 7th international conference on New interfaces for musical expression - NIME '07*. New York, New York, USA: ACM Press, σσ 118–123. doi: 10.1145/1279740.1279761.

Milgram, P. κ.ά. (1994) 'Mixed Reality (MR) Reality-Virtuality (RV) Continuum', *Systems Research*, 2351(Telemanipulator and Telepresence Technologies), σσ 282–292. doi: 10.1.1.83.6861.

Milgram, P. και Kishino, F. (1994) 'Taxonomy of mixed reality visual displays', *IEICE Transactions on Information and Systems*, E77–D(12), σσ 1321–1329. doi: 10.1.1.102.4646.

Morrissey, J. (2014) 'Operations in mixed reality', *International Journal of Performance Arts and Digital Media*, 10(2), σσ 205–215. doi: 10.1080/14794713.2014.946287.

Murray, G. (1993) *Αισχύλος: ο δημιουργός της τραγωδίας*. Εκδόσης Καρδαμίτσα.

Narumi, T. κ.ά. (2011) 'Meta cookie+: An illusion-based gustatory display', στο *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, σσ 260–269. doi: 10.1007/978-3-642-22021-0_29.

Navab, N., Bani-Kashemi, A. και Mitschke, M. (1999) 'Merging visible and invisible: two Camera-Augmented Mobile C-arm (CAMC) applications', *Proceedings 2nd IEEE and ACM International Workshop on Augmented Reality (IWAR'99)*, σσ 134–141. doi: 10.1109/IWAR.1999.803814.

Newcombe, R. A. κ.ά. (2011) 'KinectFusion: Real-time dense surface mapping and tracking', στο *2011 10th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, ISMAR 2011*, σσ 127–136. doi: 10.1109/ISMAR.2011.6092378.

Nigten, A. (2003) *How Do We Make Art of Databases?* Διαθέσιμο στο: <http://v2.nl/archive/articles/how-do-we-make-art-of-databases#note1> (Ημερομηνία πρόσβασης: 27 Αύγουστος 2017).

Nixon, M. A. κ.ά. (1998) 'The Effects of Metals and Interfering Fields on Electromagnetic Trackers', *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7(2), σσ 204–218. doi: 10.1162/105474698565587.

Piekarski, W. και Thomas, B. (2002) 'ARQuake: the outdoor augmented reality gaming system', *Communications of the ACM*, 45(1), σσ 36–38. doi: 10.1145/502269.502291.

Regenbrecht, H. κ.ά. (2004) 'Using Augmented Virtuality for Remote Collaboration', *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 13(3), σσ 338–354. doi: 10.1162/1054746041422334.

Reitmayr, G. και Drummond, T. W. (2007) 'Going out: Robust model-based tracking for outdoor augmented reality', στο *Proceedings - ISMAR 2006: Fifth IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, σσ 109–118. doi: 10.1109/ISMAR.2006.297801.

Rekimoto, J. (1996) 'Matrix: a realtime object identification and registration method for augmented reality', *Proceedings. 3rd Asia Pacific Computer Human Interaction (Cat*.

No.98EX110), σσ 63–68. doi: 10.1109/APCHI.1998.704151.

Rekimoto, J. (1996) 'Transvision: A hand-held augmented reality system for collaborative design', στο *Virtual Systems and Multi-Media*.

Rekimoto, J. και Ayatsuka, Y. (2000) 'CyberCode: Designing Augmented Reality Environments with Visual Tags', *Proceedings of DARE 2000 on Designing augmented reality environments - DARE '00*, (March), σσ 1–10. doi: 10.1145/354666.354667.

Rekimoto, J. και Nagao, K. (1995) 'The World through the Computer: Computer Augmented Interaction with Real World Environments', *Proceedings of the 8th annual ACM symposium on User interface and software technology*, σσ 29–36. doi: 10.1145/215585.215639.

Ribo, M., Pinz, a και Fuhrmann, a L. (2001) 'A new optical tracking system for virtual and augmented reality applications', *IMTC 2001 Proceedings of the 18th IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference Rediscovering Measurement in the Age of Informatics Cat No01CH 37188*, 3, σσ 1932–1936. doi: 10.1109/IMTC.2001.929537.

Rokeby, D. (1998) 'The Construction of Experience: Interface as Content', *Digital Illusion Entertaining the Future with High Technology*, σσ 151–159.

Ruhe, H. (1979) *Fluxus, the Most Radical and Experimental Art Movement of the Sixties*.

Scharstein, D. και Szeliski, R. (2003) 'High-accuracy stereo depth maps using structured light', *Computer Vision and Pattern Recognition, 2003. Proceedings. 2003 IEEE Computer Society Conference on*, 1, σ I-195-I-202. doi: 10.1109/CVPR.2003.1211354.

Schiphorst, T. (1993) 'a Case Study of Merce Cunningham ' S Use of the Lifeforms Computer Choreographic System in the Making of Trackers', (March).

Seth Colaner (2016) *What's Inside Microsoft's HoloLens And How It Works*. Διαθέσιμο στο: <http://www.tomshardware.com/news/microsoft-hololens-components-hpu-28nm,32546.html> (Ημερομηνία πρόσβασης: 9 Σεπτέμβριος 2017).

Smart, J., Cascio, J. και Paffendorf, J. (2007) 'Metaverse Roadmap: Pathways to the 3D Web', *Metaverse: a cross-industry public foresight project*.

Stephenson, N. (1994) 'Snow crash', *Futures*, σσ 798–800. doi: 10.1016/0016-3287(94)90052-3.

Steven Levy (2017) *Google Glass 2.0 Is a Startling Second Act*, *WIRED*. Διαθέσιμο στο: <https://www.wired.com/story/google-glass-2-is-here/> (Ημερομηνία πρόσβασης: 5 Σεπτέμβριος 2017).

Sutherland, I. E. (1968) 'A head-mounted three dimensional display', *Proceedings of the AFIPS '68 (Fall, part I)*, σσ 757–764. doi: 10.1145/1476589.1476686.

Szalavari, Z. κ.ά. (1998) 'Studierstube': An environment for collaboration in augmented reality', *Virtual Reality*, 3(1), σσ 37–48. doi: 10.1007/BF01409796.

Thomas, B. κ.ά. (1998) 'A wearable computer system with augmented reality to support terrestrial navigation', στο *Digest of Papers. Second International Symposium on Wearable Computers (Cat. No.98EX215)*. IEEE Comput. Soc, σσ 168–171. doi: 10.1109/ISWC.1998.729549.

Vacchetti, L., Lepetit, V. και Fua, P. (2003) 'Fusing online and offline information for stable 3D tracking in real-time', *Computer Vision and Pattern Recognition, 2003. Proceedings. 2003 IEEE Computer Society Conference on*. IEEE Comput. Soc, 2, σ II-241-8 τ.2. doi: 10.1109/CVPR.2003.1211476.

vbandi.net (2016) *HoloLens vs Meta 2*. Διαθέσιμο στο: <https://vbandi.net/2016/03/04/hololens->

vs-meta-2/ (Ημερομηνία πρόσβασης: 9 Σεπτέμβριος 2017).

Wagner, D. και Schmalstieg, D. (2007) 'ARToolKitPlus for Pose Tracking on Mobile Devices', *Proceedings of 12th Computer Vision Winter Workshop CVWW07*, σσ 139–146. doi: 10.1.1.157.1879.

Weijdom, J. (2017) 'Mixed Reality and the Theatre of the Future', *IETM Fresh Perspectives #6 on Arts and New Technologies*.

Welch, G. F. κ.ά. (1999) 'The HiBall tracker: High-performance wide-area tracking for virtual and augmented environments', *Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology*, σσ 1–10. doi: 10.1.1.46.5550.

Wuest, H., Vial, F. και Stricker, D. (2005) 'Adaptive line tracking with multiple hypotheses for augmented reality', στο *Proceedings - Fourth IEEE and ACM International Symposium on Symposium on Mixed and Augmented Reality, ISMAR 2005*, σσ 62–69. doi: 10.1109/ISMAR.2005.8.

You, S., Neumann, U. και Azuma, R. (1999) 'Orientation tracking for outdoor augmented reality registration', *IEEE Computer Graphics and Applications*, 19(6), σσ 36–42. doi: 10.1109/38.799738.

Youngkwan Cho, Jun Park και Neumann, U. (1997) 'Fast color fiducial detection and dynamic workspace extension in video see-through self-tracking augmented reality', *Proceedings The Fifth Pacific Conference on Computer Graphics and Applications*. IEEE Comput. Soc, σ 168–177,. doi: 10.1109/PCCGA.1997.626197.

Zhang, Z. (2012) 'Microsoft kinect sensor and its effect', *IEEE Multimedia*, σσ 4–10. doi: 10.1109/MMUL.2012.24.

Πατρικαλάκης, Φ. (2004a) *Ιστορία της σκηνογραφίας: 15ος - 19ος αιώνας*.

Πατρικαλάκης, Φ. (2004b) *Ιστορία της σκηνογραφίας: το αρχαίο θέατρο*.

Χόνδρος, Θ. (2013) 'Ο από μηχανής θεός στο αρχαίο θέατρο', σ 20.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΗ ΜΕ ΕΙΔΙΚΟΥΣ

Σε αυτό το παράρτημα παραθέτουμε το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε για την συνέντευξη που πραγματοποιήθηκε με επαγγελματίες του θεάτρου καθώς και τη φόρμα συναίνεσης που τους ζητήθηκε να υπογραφεί για τα προσωπικά τους δεδομένα.

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Σημείωση: Το ερωτηματολόγιο αυτό χρησιμοποιήθηκε ως οδηγός για την εξέλιξη της συνέντευξης. Δεν απαιτήθηκε ακριβής απάντηση σε κάθε ερώτηση κι αυτό γιατί η εμπειρία του κάθε συνεντευξιαζόμενου καθόριζε και τα σημεία στα οποία μπορεί να μας παρέχει απαντήσεις. Ανάλογα με την εξέλιξη της κάθε συνέντευξης, ο συνεντευξιαστής προσπάθησε να πάρει απαντήσεις σε όσες περισσότερες ερωτήσεις μπορούσε.

Στοιχεία συνεντευξιαζόμενου

1. Επάγγελμα/Τίτλος:
2. Χρόνια Εμπειρίας:
3. Άλλοι επαγγελματικοί ρόλοι στο χώρο του θεάτρου:

Διαδικασία δημιουργίας/παραγωγής και εκτέλεσης μια παράστασης για το θέατρο

1. Ποια είναι τα στάδια που ακολουθούνται για τη δημιουργία / παραγωγή μιας παράστασης από της στιγμή της σύλληψης της ιδέας μέχρι και την παρουσίασή της στο κοινό; Πως αποφασίζεται ότι μία παράσταση είναι έτοιμη να βγει στο κοινό;
2. Ποιοι είναι οι απαραίτητοι ρόλοι σε μία τέτοια δουλειά; (π.χ. σκηνοθέτης, ηθοποιοί, σκηνογράφος, ...)
3. Τι συμβαίνει κατά τη διάρκεια της παράστασης πίσω από τη σκηνή; (φώτα, ήχος, ...)

Χρήση τεχνολογίας στο θέατρο

Έχετε δημιουργήσει ή συμμετάσχει σε παράσταση που αξιοποίησε κάποιου είδους ψηφιακή τεχνολογία;

Αν ναι

1. Τι μπορείτε να μας πείτε για τη συγκεκριμένη δουλειά;
 - Ποιο ήταν το θέμα;
 - Ποιες τεχνολογίες χρησιμοποιήσατε;
 - Γιατί επιλέξατε αυτές τις τεχνολογίες; Πως εξυπηρετούσαν την ιδέα;
 - Τι εμπειρία είχατε με τις εν λόγω τεχνολογίες πριν από αυτή τη δουλειά;
 - Υπήρχε κάποιου είδους διάδραση των θεατών ή των ηθοποιών/performers με την τεχνολογία;
2. Πως ήταν η εμπειρία δημιουργίας μιας παράστασης με την προσθήκη της συγκεκριμένης τεχνολογίας;
 - Επηρέασε την καλλιτεχνική διαδικασία και αν ναι, με ποιο τρόπο;
 - Χρειάστηκε να προστεθούν νέες διαδικασίες και αν ναι, ποιες;
 - Χρειάστηκε να προστεθούν άνθρωποι με διαφορετικές γνώσεις στην ομάδα;
 - Χρησιμοποιήσατε κάποιο ειδικό Software που βοήθησε τη διαδικασία; Αν ναι, ποιο/α;

Αν όχι

1. Έχετε παρακολουθήσει κάποια δουλειά συναδέλφων σας που αξιοποιούσε ψηφιακή τεχνολογία; Αν ναι, τι μπορείτε να μοιραστείτε μαζί μας σχετικά με αυτή;
 - Γιατί πιστεύετε ότι χρησιμοποιήθηκε η εν λόγω τεχνολογία;
 - Υπήρχε κάποιου είδους διάδραση των θεατών ή των ηθοποιών/performers με την τεχνολογία;
 - Θεωρείτε ότι επηρέασε το τελικό καλλιτεχνικό αποτέλεσμα θετικά ή αρνητικά;
 - Τι θα άλλαζε αν στο ίδιο έργο δεν υπήρχε η τεχνολογία;
2. Έχετε κάποια ιδέα για θεατρική παράσταση που κατά τη γνώμη σας μπορεί να επωφεληθεί από τη χρήση τεχνολογίας. Αν ναι, τι μπορείτε να μοιραστείτε μαζί μας σχετικά με αυτή;
 - Ποια/ες τεχνολογία/ες θα χρησιμοποιήσατε;
 - Τι εμπειρία έχετε με αυτή την τεχνολογία;
 - Πως θα αλλάξει η δημιουργική διαδικασία; Ποια θα είναι η ροή εργασιών;
 - Θα προστεθούν άνθρωποι με διαφορετικές γνώσεις στην ομάδα;

Τεχνολογία AR + Γυαλιά AR

1. Γνωρίζετε κάποιον/ους από τους όρους:
 - Επαυξημένη Πραγματικότητα ή Augmented Reality (AR);
 - Εικονική Πραγματικότητα ή Virtual Reality (VR);
 - Μεικτή Πραγματικότητα ή Mixed Reality (MR);
2. Γνωρίζετε τι είναι τα γυαλιά Augmented Reality (ή Mixed Reality), όπως το HoloLens της Microsoft;

Τα γυαλιά Mixed Reality είναι συσκευές που τοποθετούνται στο κεφάλι του χρήστη (Head Mounted Display). Είναι μεγαλύτερα και βαρύτερα από τα κανονικά γυαλιά οράσεως. Σε μέρος του τζαμιού των γυαλιών προβάλλεται τρισδιάστατο περιεχόμενο με τέτοιο τρόπο ώστε αυτό να παρουσιάζεται σαν να είναι τοποθετημένο στον πραγματικό χώρο μπροστά στο χρήστη. Η τοποθέτηση των τρισδιάστατων αντικειμένων στο χώρο επιτυγχάνεται μέσω προγραμματισμού με εργαλεία που τυπικά προσδιορίζονται για τη δημιουργία τρισδιάστατων παιχνιδιών και βασίζεται σε κάμερες που υπάρχουν ενσωματωμένες στα γυαλιά και αλγόριθμους που ανιχνεύουν τις επιφάνειες μπροστά στο χρήστη.

3. Μπορείτε να φανταστείτε τέτοιου είδους συσκευές να αξιοποιούνται στο χώρο του θεάτρου; Αν ναι, μπορείτε να μας πείτε μερικές ιδέες;

Για παράδειγμα, θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε την τεχνολογία για να εμφανίσουμε εικονικούς χαρακτήρες ή εικονικά αντικείμενα πάνω στη σκηνή ή και έξω από αυτή, κοντά στον κάθε ένα από τους θεατές. Κάπως πιο δύσκολα, θα μπορούσαμε να αλλάξουμε όλο το σκηνικό ή να δημιουργήσουμε καιρικές συνθήκες στο χώρο του θεάτρου.

4. Πιστεύετε ότι κάτι τέτοιο θα ήταν χρήσιμο στο χώρο του θεάτρου;
5. Πως πιστεύετε ότι θα άλλαζε τη δημιουργική διαδικασία μία τέτοια προσθήκη;
6. Τι επιπλέον ρόλους βλέπετε στη διαδικασία;
7. Τι αλλάζει στον τρόπο ανάπτυξης, δοκιμής και εκτέλεσης μίας τέτοιας παράστασης;
8. Τι εργαλεία λογισμικού περιμένετε να υπάρχουν για να βοηθήσουν τη διαδικασία; Αν χρησιμοποιείτε ήδη κάποια εργαλεία στη δουλειά σας, περιμένετε συμβατότητα με κάποια από αυτά;

ΦΟΡΜΑ ΣΥΝΑΙΝΕΣΗΣ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικών και Καποδιστριακών
Πανεπιστημίων Αθηνών

Αριθμός συμμετέχοντος

Συναίνεση για τη συμμετοχή σε ερευνητική συνέντευξη

Συμφωνώ να συμμετέχω στη διπλωματική εργασία του φοιτητή του ΠΜΣ του τμήματος Επικοινωνίας και Μέσων Μαζικής Ενημέρωσης του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, Κούρτη Βασιλείου, με τίτλο «Εφαρμογή συστημάτων επαυξημένης πραγματικότητας στο θέατρο». Δηλώνω ότι έχω διαβάσει και συμφωνώ με τα παρακάτω.

1. Έχω αρκετές πληροφορίες για την εργασία του φοιτητή και ο σκοπός μου ως συνεντευξιαζόμενου μου έχει εξηγηθεί και είναι κατανοητός.
2. Κατανοώ ότι η συμμετοχή μου είναι εθελοντική και είμαι ελεύθερος να σταματήσω τη συνέντευξη οποιαδήποτε στιγμή χωρίς να εξηγήσω τους λόγους και χωρίς να υπάρχει οποιαδήποτε αρνητική συνέπεια. Επιπλέον, αν δεν επιθυμώ να απαντήσω σε οποιαδήποτε ερώτηση, είμαι ελεύθερος να αρνηθώ.
3. Κατανοώ ότι οι απαντήσεις μου θα είναι εμπιστευτικές. Το όνομά μου δε θα συνδεθεί με το υλικό της έρευνας και δε θα ταυτοποιηθώ σε καμία από τις αναφορές που θα προκύψουν από αυτή την εργασία.
4. Επιτρέπω την καταγραφή της συνέντευξης με ηχητικά μέσα. Κατανοώ ότι τα ηχητικά αρχεία που θα παραχθούν από αυτή τη συνέντευξη θα αξιοποιηθούν μόνο για την ανάλυση των αποτελεσμάτων της συνέντευξης. Κατανοώ ότι τα λεγόμενά μου μπορεί να αναφερθούν στην αναφορά της εργασίας, χωρίς όμως να μπορούν να συνδεθούν με το πρόσωπό μου. Αντί του ονόματός μου μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ψευδώνυμο _____. Κατανοώ ότι καμία άλλη χρήση των ηχητικών αρχείων δε μπορεί να γίνει χωρίς την έγγραφη συναίνεσή μου και κανείς άλλος εκτός από τον φοιτητή δεν θα έχει πρόσβαση σε αυτά τα αρχεία.
5. Συμφωνώ τα ανώνυμα δεδομένα μου να κρατηθούν και να χρησιμοποιηθούν σε επόμενες ερευνητικές εργασίες που συνδέονται με αυτή την εργασία, μετά το πέρας αυτής.

Όνοματεπώνυμο

Ημ/νία

Υπογραφή

Όνοματεπώνυμο φοιτητή

Ημ/νία

Υπογραφή

Και οι δύο πλευρές λαμβάνουν ένα αντίγραφο του παρόντος εγγράφου συμπληρωμένο και υπογεγραμμένο. Αν ο συνεντευξιαζόμενος δε συμφωνεί με κάποιον από τους όρους, μπορεί να διαγράψει το σχετικό κείμενο. Ο φοιτητής οφείλει να κρατήσει το έγγραφο σε ασφαλές μέρος.