ePublishing

ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Open Journal of Animation, Film and Interactive Media in Education and Culture [AFIMinEC]

Vol 6, No 3 (2025)

SPECIAL ISSUE ANIMATION

Οι ιδιατερότητες και οι προοπτικές εξέλιξης της διαδικασίας της οπτικοακουστικής παραγωγής και της δημιουργίας animation σε περιβάλλον διευρυμένης πραγματικότητας (ΔΠ/XR) στην εποχή της τεχνητής νοημοσύνης (TN/AI)

Λαμπρινή Τριβέλλα

doi: 10.12681/afiinmec.42115

To cite this article:

Τριβέλλα Λ. (2025). Οι ιδιατερότητες και οι προοπτικές εξέλιξης της διαδικασίας της οπτικοακουστικής παραγωγής και της δημιουργίας animation σε περιβάλλον διευρυμένης πραγματικότητας (ΔΠ/XR) στην εποχή της τεχνητής νοημοσύνης (TN/AI). *Open Journal of Animation, Film and Interactive Media in Education and Culture [AFIMinEC]*, *6*(3). https://doi.org/10.12681/afiinmec.42115

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 27/01/2026 08:29:02

Οι ιδιατερότητες και οι προοπτικές εξέλιξης της διαδικασίας της οπτικοακουστικής παραγωγής και της δημιουργίας animation σε περιβάλλον διευρυμένης πραγματικότητας (ΔΠ/XR) στην εποχή της τεχνητής νοημοσύνης (TN/AI)

Λαμπρινή Τριβέλλα
Επιστημονική Συνεργάτης, ΠαΔΑ
ltrivella@uniwa.gr

Abstract: This paper explores the intersection of Extended Reality (XR) technologies and Artificial Intelligence (AI) within the context of contemporary audiovisual production and animation creation. As XR environments—encompassing Virtual, Augmented, and Mixed Reality—redefine the boundaries of immersive media, the integration of AI reshapes creative workflows, narrative structures, and production methodologies. This study identifies key transformations in XR-based animation, such as AI-assisted character generation, procedural content creation, and personalized interactivity. By analyzing case studies, technological frameworks, and current industry trends, the paper highlights both the technical challenges and the artistic opportunities that emerge in this rapidly evolving field of installations and video games. The conclusion reflects on the future role of interdisciplinary collaboration, intelligent tools, and human–machine co-creation in XR storytelling.

Key-words: Extended Reality (XR), Artificial Intelligence (AI), Audiovisual Animation Production, Immersive Media, Interactive Narrative, Procedural Generation, Creative Workflows, video games, installations.

Περίληψη

Σε αυτήν την εργασία διερευνούνται οι δυναμικές που προκύπτουν από τη σύγκλιση της Διευρυμένης Πραγματικότητας (ΔΠ/XR) με την Τεχνητή Νοημοσύνη (TN/AI) στον τομέα της σύγχρονης οπτικοακουστικής παραγωγής και της δημιουργίας animation. Καθώς η XR εμπειρία μετασχηματίζει τις μορφές αφήγησης και εμβύθισης, η AI επιταχύνει και αυτοματοποιεί διαδικασίες όπως η δημιουργία χαρακτήρων, η παραγωγή περιεχομένου και η προσαρμογή εμπειριών στον χρήστη. Το άρθρο αναλύει τις τεχνολογικές, αφηγηματικές και αισθητικές επιπτώσεις αυτών των εξελίξεων, παρουσιάζοντας παραδείγματα έργων και εφαρμογών από τη διεθνή σκηνή στο πεδίο των εγκαταστάσεων και των βίντεο παιχνιδιών. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις δημιουργικές ροές εργασίας που διαμορφώνονται από εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης, καθώς και στις προκλήσεις που ανακύπτουν για τους δημιουργούς. Η μελέτη καταλήγει στη διαπίστωση ότι η μελλοντική ανάπτυξη της XR παραγωγής θα βασίζεται σε διεπιστημονική συνεργασία και στην αξιοποίηση της συν-δημιουργίας ανθρώπου και μηχανής.

Λέξεις-κλειδιά: Διευρυμένη Πραγματικότητα (ΔΠ), Τεχνητή Νοημοσύνη (TN), Οπτικοακουστική Παραγωγή Animation, Immersive media, Διαδραστική αφήγηση, procedural generation, creative workflows, εγκαταστάσεις, βιντεο παιχνίδια.

Εισαγωγή

Η ραγδαία πρόοδος της τεχνολογίας στις αρχές του 21ου αιώνα έχει οδηγήσει στην ανάδυση μιας νέας εποχής για τα μέσα επικοινωνίας και τη δημιουργία περιεχομένου. Η Διευρυμένη Πραγματικότητα (ΔΠ/XR), που ενσωματώνει τις τεχνολογίες της Εικονικής Πραγματικότητας (VR), της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) και της Μεικτής Πραγματικότητας (MR), επαναπροσδιορίζει τον τρόπο με τον οποίο το κοινό αλληλεπιδρά με την αφήγηση, την πληροφορία και την ψυχαγωγία (Milgram & Kishino, 1994; Craig & Georgieva, 2021). Παράλληλα, η ραγδαία εξέλιξη της Τεχνητής Νοημοσύνης (TN/AI) επιτρέπει νέες μορφές αυτοματοποίησης, εξατομίκευσης και δημιουργικής υποστήριξης, οι οποίες επηρεάζουν άμεσα τη διαδικασία της οπτικοακουστικής παραγωγής και ειδικότερα της εμψύχωσης (animation) σε διαδραστικά και εμβυθιστικά περιβάλλοντα.

Η ενσωμάτωση της AI στην παραγωγή περιεχομένου δεν περιορίζεται μόνο σε τεχνικές πτυχές, όπως η ταχεία μοντελοποίηση χαρακτήρων, η συνθετική δημιουργία φωνής και η αυτόματη απόδοση κίνησης μέσω motion capture. Περιλαμβάνει επίσης την αξιοποίηση των AI εργαλείων στη δημιουργική λήψη αποφάσεων, στη σύνθεση σεναρίων και στη διαδραστική σχεδίαση εμπειριών σε XR περιβάλλοντα (Manovich, 2020; McDowell & Lee, 2023).

Η σύζευξη αυτών των τεχνολογιών επιφέρει θεμελιώδεις αλλαγές στις παραδοσιακές ροές εργασίας, υποδεικνύοντας την ανάγκη για επαναπροσδιορισμό του ρόλου του δημιουργού, της ομάδας παραγωγής, αλλά και του ίδιου του θεατή, ο οποίος συχνά πλέον αναλαμβάνει ενεργό ρόλο στο αφήγημα.

Ως εκ τούτου, το παρόν άρθρο επιχειρεί να διερευνήσει τις ιδιαίτερες συνθήκες που προκύπτουν από τη σύγκλιση της XR και της AI στην παραγωγή animation και άλλων μορφών οπτικοακουστικού περιεχομένου. Εστιάζει στις αλλαγές που συντελούνται στο δημιουργικό και τεχνικό πεδίο, στις νέες μορφές αφήγησης που εμφανίζονται, καθώς και στις προοπτικές που ανοίγονται για την καλλιτεχνική έκφραση και την τεχνολογική καινοτομία στο μέλλον. Η ανάλυση βασίζεται σε βιβλιογραφική επισκόπηση, μελέτη περιπτώσεων και παρατήρηση των σύγχρονων τάσεων στη βιομηχανία των δημιουργικών τεχνολογιών.

1. **Θεωρητικό Πλαίσιο**

Η μελέτη της σύγχρονης οπτικοακουστικής παραγωγής απαιτεί πρώτα τη σαφή κατανόηση των βασικών εννοιών που συνθέτουν το υπό διερεύνηση πεδίο. Οι όροι *Διευρυμένη Πραγματικότητα (XR)*, *Τεχνητή Νοημοσύνη (AI)*, *animation*, *οπτικοακουστική παραγωγή*, καθώς και οι μορφές όπως τα *immersive installations* και τα *video games*, καθορίζουν όχι μόνο το τεχνολογικό πλαίσιο αλλά και την αισθητική και επικοινωνιακή δυναμική των έργων.

Ο όρος XR (Extended Reality) αναφέρεται στο φάσμα τεχνολογιών που ενσωματώνουν στοιχεία εικονικού και πραγματικού περιβάλλοντος μέσω ψηφιακής απεικόνισης και διαδράσεων. Περιλαμβάνει την Εικονική Πραγματικότητα (VR), στην οποία ο χρήστης βυθίζεται πλήρως σε έναν ψηφιακό κόσμο· την Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR), στην οποία ψηφιακά στοιχεία επικαλύπτονται στο φυσικό περιβάλλον· και τη Μεικτή Πραγματικότητα (MR), στην οποία ο φυσικός και ο ψηφιακός κόσμος συνδυάζονται με τρόπους που επιτρέπουν την αμφίδρομη αλληλεπίδραση (Milgram & Kishino, 1994;

Craig & Georgieva, 2021). Οι XR εφαρμογές δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στην *εμβύθιση*, δηλαδή στη δημιουργία μιας εμπειρίας κατά την οποία ο χρήστης αισθάνεται παρών και δρα ενεργά στο περιβάλλον αφήγησης.

Η Τεχνητή Νοημοσύνη περιγράφει τα συστήματα που προσομοιώνουν γνωστικές λειτουργίες όπως η μάθηση, η λήψη αποφάσεων, η αναγνώριση προτύπων και η γλωσσική κατανόηση (Russell & Norvig, 2020). Στον τομέα της δημιουργικής παραγωγής, η AI αξιοποιείται σε πλήθος εφαρμογών: από την αυτόματη δημιουργία animation χαρακτήρων με χρήση μηχανικής μάθησης (machine learning) και deepfake τεχνικών, μέχρι την παραγωγή περιβάλλοντος με γενετικά μοντέλα όπως τα GANs ή τα diffusion models (Goodfellow et al., 2014; Manovich, 2020). Επιπλέον, η AI επιτρέπει την προσαρμοσμένη αφήγηση σε πραγματικό χρόνο, σύμφωνα με τις επιλογές του χρήστη, κάτι που καθίσταται κρίσιμο σε XR εφαρμογές και διαδραστικές εμπειρίες.

Το animation ορίζεται ως η διαδικασία δημιουργίας της ψευδαίσθησης της κίνησης μέσω της διαδοχικής προβολής στατικών εικόνων. Στο σύγχρονο ψηφιακό περιβάλλον, το animation επεκτείνεται από τις παραδοσιακές μορφές (2D, stop-motion) σε προηγμένες τεχνικές 3D γραφικών, κίνηση σε πραγματικό χρόνο (real-time animation) και αλληλεπιδραστικά συστήματα (Furniss, 2016). Η έννοια της οπτικοακουστικής παραγωγής περιλαμβάνει τη δημιουργία και διαχείριση περιεχομένου που συνδυάζει εικόνα και ήχο, ενσωματώνοντας κινηματογραφικά, τηλεοπτικά, διαδικτυακά και διαδραστικά μέσα. Η παραγωγή αυτή οργανώνεται σε στάδια (προπαραγωγή, παραγωγή, μεταπαραγωγή) τα οποία πλέον ανασχηματίζονται ριζικά λόγω της εισόδου της AI και των real-time τεχνολογιών XR (Lister et al., 2009).

Τα immersive installations είναι μορφές καλλιτεχνικής έκφρασης ή ψηφιακής παρουσίασης που τοποθετούν τον θεατή μέσα σε ένα διαδραστικό, οπτικοακουστικό περιβάλλον, με στόχο τη δημιουργία έντονης εμβύθισης και βιωματικής εμπλοκής (Grau, 2003). Συχνά ενσωματώνουν τεχνολογίες XR και αισθητήρες κίνησης, φωτός ή ήχου. Σε συνδυασμό με AI τεχνικές, αυτές οι εγκαταστάσεις μπορούν να προσαρμόζονται στις ενέργειες του χρήστη ή να «αντιδρούν» συναισθηματικά σε ερεθίσματα.

Τα video games είναι διαδραστικά ψηφιακά συστήματα που συνδυάζουν γραφικά, ήχο, μηχανισμούς παιγνιώδους συμπεριφοράς και αφήγησης. Σε περιβάλλοντα XR, τα παιχνίδια μετασχηματίζονται σε πολυαισθητηριακές εμπειρίες με ενσώματη διάδραση, spatial audio και αλληλεπίδραση βασισμένη σε βλέμμα ή φωνή (Murray, 2017). Η AI επιτρέπει τη δημιουργία προσαρμοσμένων σεναρίων, την κίνηση μη παικτικών χαρακτήρων (NPCs) με αυτονομία, και τη δυναμική διαμόρφωση του παιχνιδιού ανάλογα με τις επιλογές του παίκτη (Eladhari & Mateas, 2009). Η συγκλίνουσα δυναμική ανάμεσα σε XR, AI και game design καθιστά τα video games ισχυρό μέσο έκφρασης, αφήγησης και καλλιτεχνικής πειραματικής παραγωγής.

Εφόσον αποσαφηνίστηκαν οι βασικοί όροι, στο ιστορικό πλαίσιο η διαδικασία της παραγωγής οπτικοακουστικού περιεχομένου ακολούθησε μια γραμμική δομή με σαφείς διακριτές φάσεις: προπαραγωγή, παραγωγή, μεταπαραγωγή. Ωστόσο, το animation και ειδικά το 3D animation επηρεάστηκαν από τεχνολογίες όπως οι μηχανές

γραφικών πραγματικού χρόνου και η τεχνητή νοημοσύνη (AI), με αποτέλεσμα την επιτάχυνση και την ευελιξία των παραγωγικών διαδικασιών (Lister et al., 2009).

Οι τεχνολογίες XR απαιτούν επαναπροσδιορισμό της αφήγησης, καθώς η παραδοσιακή παθητική παρακολούθηση αντικαθίσταται από ενεργή συμμετοχή του χρήστη. Η διάδραση γίνεται πυρήνας της εμπειρίας, με τον χρήστη να γίνεται ταυτόχρονα θεατής και συνδημιουργός (Murray, 2017).

Η χρήση μηχανών πραγματικού χρόνου όπως το Unreal Engine και το Unity έχει καταστεί κεντρική στην παραγωγή XR περιεχομένου. Αυτές οι πλατφόρμες επιτρέπουν ταυτόχρονη δημιουργία animation, σκηνοθεσίας και αλληλεπίδρασης, μειώνοντας το κόστος και αυξάνοντας τη δημιουργική ελευθερία (Craig & Georgieva, 2021).

Η χρήση AI, motion capture και volumetric video συμβάλλουν στη ρεαλιστική αναπαράσταση χαρακτήρων και περιβαλλόντων. Οι τεχνολογίες αυτές επιτρέπουν την ταχύτερη παραγωγή animation και την ενσωμάτωση φυσικών κινήσεων και εκφράσεων σε πραγματικό χρόνο (Manovich, 2020).

2. Ερευνητικά ερωτήματα

Τα ερευνητικά ερωτήματα που προκύπτουν είναι αρκετά, αλλά λόγω έλλειψης χώρου η εργασία αυτή εστιάζει στα πιο ουσιώδη, τα οποία είναι τα παρακάτω:

- Πώς μετασχηματίζονται οι ροές εργασίας στην οπτικοακουστική παραγωγή και το animation με την ενσωμάτωση τεχνολογιών XR και AI;
- Ποιες είναι οι δημιουργικές και αφηγηματικές δυνατότητες που προκύπτουν από την αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης σε περιβάλλοντα διευρυμένης πραγματικότητας;
- Ποιες είναι οι πιθανές μελλοντικές εξελίξεις στον τομέα της συν-δημιουργίας ανθρώπου–μηχανής (human–AI co-creation) στο πεδίο της XR εμψύχωσης;

3. Ερευνητική μεθοδολογία

Η μεθοδολογική προσέγγιση της παρούσας μελέτης είναι **διερευνητική και ερμηνευτική**, με στόχο την ανάλυση σύγχρονων πρακτικών, εργαλείων και παραδειγμάτων που σχετίζονται με τη χρήση XR και AI στην οπτικοακουστική παραγωγή. Η μελέτη συνδυάζει:

- Βιβλιογραφική επισκόπηση: Διεξήχθη συστηματική επισκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας σε θέματα XR, AI, animation, και media art, με έμφαση σε επιστημονικά άρθρα, τεχνικές αναφορές και θεωρητικά έργα (Boell & Cecez-Kecmanovic, 2015). Η βιβλιογραφία συνδυάζει προσεγγίσεις από τις τεχνολογικές επιστήμες, τις σπουδές μέσων, και τη θεωρία τέχνης και πολιτισμού. Επίσης, επιλέχθηκαν **τρεις χαρακτηριστικές περιπτώσεις** (case studies) εφαρμογών immersive XR παραγωγής με AI συστήματα:
- Έργο τέχνης (immersive installation) με real-time AI narrative adaptation.
- Παιχνίδι XR με adaptive AI-driven περιβάλλον.

- Διαδραστικό animation σε AR εφαρμογή που χρησιμοποιεί generative AI tools.

Αυτά τα έργα αναλύθηκαν βάσει των παρακάτω παραμέτρων:

- τεχνολογικού σχεδιασμού (rendering, interaction, AI μηχανισμοί)
- δημιουργικής διαδικασίας (παραγωγή περιεχομένου, storytelling)
- εμπειρίας χρήστη (εμβύθιση, συμμετοχή, αντίδραση)

4. Η διαμόρφωση της οπτικοακουστικής παραγωγής animation XR με χρήση AI

Η ενσωμάτωση τεχνολογιών Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) στην οπτικοακουστική παραγωγή και ειδικότερα στον τομέα του animation σε περιβάλλοντα Διευρυμένης Πραγματικότητας (XR) επιφέρει θεμελιώδεις αλλαγές στον τρόπο δημιουργίας, σχεδιασμού και διανομής περιεχομένου. Η χρήση AI ανασχηματίζει τη ροή παραγωγής (workflow), διευκολύνει την αυτοματοποίηση επαναλαμβανόμενων διαδικασιών και δημιουργεί νέες συνθήκες συν-δημιουργίας μεταξύ ανθρώπων και μηχανών.

Σε παραδοσιακά μοντέλα animation, η διαδικασία περιλαμβάνει στάδια όπως το storyboard, το layout, το keyframing, η κίνηση χαρακτήρων, ο φωτισμός και η τελική απόδοση (rendering). Με την εισαγωγή της AI, αρκετά από αυτά τα στάδια είτε αυτοματοποιούνται είτε εμπλουτίζονται με έξυπνα εργαλεία. Για παράδειγμα, αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης (machine learning) επιτρέπουν την αναγνώριση προτύπων στην ανθρώπινη κίνηση και τη δημιουργία ρεαλιστικής animation συμπεριφοράς με ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση (Holden, Saito, & Komura, 2016). Αντίστοιχα, συστήματα όπως τα GANs (Generative Adversarial Networks) ή τα diffusion models αξιοποιούνται για την αυτόματη δημιουργία περιβαλλόντων, textures και χαρακτήρων σε πραγματικό χρόνο (Ramesh et al., 2022).

Στο πεδίο της XR, οι απαιτήσεις διαφοροποιούνται καθώς το περιεχόμενο πρέπει να είναι διαδραστικό, χωρικά συνεκτικό και να λειτουργεί σε πραγματικό χρόνο. Η AI συμβάλλει σε αυτό μέσα από τεχνικές real-time rendering optimization, adaptive animation systems και αναλυτικά εργαλεία που καταγράφουν τη συμπεριφορά του χρήστη και προσαρμόζουν δυναμικά την εμπειρία (Makantasis et al., 2021). Για παράδειγμα, σε εφαρμογές XR με animated χαρακτήρες, η AI μπορεί να ρυθμίζει την έκφραση προσώπου, την κατεύθυνση του βλέμματος ή τις κινήσεις σώματος ως απόκριση στη φωνή ή τη χειρονομία του χρήστη (Cao et al., 2014).

Επιπλέον, η AI επιτρέπει την ταυτόχρονη δημιουργία πολλαπλών εκδοχών ενός έργου (multi-variant generation), γεγονός που ευνοεί την ανάπτυξη προσωποποιημένων εμπειριών. Σε περιβάλλοντα όπως το Unreal Engine ή το Unity, η ενσωμάτωση εργαλείων όπως το MetaHuman Animator (Epic Games) και AI-based performance capture λογισμικά έχει επιταχύνει σημαντικά την παραγωγική διαδικασία, μειώνοντας το κόστος και τον χρόνο δημιουργίας (Epic Games, 2023).

Ωστόσο, αυτή η τεχνολογική μετάβαση δεν είναι μόνο εργαλειακή αλλά και αισθητική και παραγωγική. Η δυνατότητα των AI συστημάτων να «προτείνουν» στυλ, χρώματα ή εκφραστικές μορφές θέτει νέες ερωτήσεις για τη δημιουργική ιδιοκτησία και τον

ρόλο του δημιουργού. Αντί για έναν "σκηνοθέτη" που ελέγχει απόλυτα το έργο, το προφίλ του δημιουργού μετασχηματίζεται σε επιμελητή-συνδιαμορφωτή (curator–co-creator) της εμπειρίας (Manovich, 2018).

Συνοψίζοντας, η AI δεν αντικαθιστά απλώς εργασίες στο animation και στην παραγωγή XR· τις ανασυνθέτει, προτείνοντας ένα υβριδικό μοντέλο παραγωγής όπου το δημιουργικό και το τεχνικό στοιχείο εμπλέκονται οργανικά. Η παραγωγή animation σε XR περιβάλλοντα διαμορφώνεται πλέον ως μια διαδικασία δυναμικής συνύπαρξης ανθρώπινης δημιουργικότητας και υπολογιστικής αυτονομίας, ανοίγοντας τον δρόμο για νέες μορφές οπτικοακουστικής έκφρασης.

5. Οι ιδιαιτερότητες της δημιουργίας animation XR σε σχέση με την αφήγηση, τη δημιουργία και την αλληλεπίδραση

Η δημιουργία animation σε περιβάλλοντα Διευρυμένης Πραγματικότητας (XR) μετασχηματίζει ριζικά τις παραδοσιακές αφηγηματικές δομές, την καλλιτεχνική διαδικασία και τη σχέση του κοινού με το έργο. Σε αντίθεση με τις γραμμικές αφηγήσεις του κινηματογράφου ή της τηλεόρασης, το animation XR επιβάλλει πολυκεντρικές, διαδραστικές και συχνά ανοικτές αφηγήσεις (open narratives), οι οποίες διαμορφώνονται από την παρουσία και τις επιλογές του χρήστη στο χωρικό περιβάλλον (Murray, 2017).

Η βασική ιδιαιτερότητα του XR animation έγκειται στην αφηγηματική εμβύθιση (narrative immersion), όπου ο χρήστης δεν παρακολουθεί απλώς την ιστορία αλλά την βιώνει ως ενεργό υποκείμενο. Η Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) ενισχύει αυτή τη δυνατότητα, επιτρέποντας τη δημιουργία αφηγήσεων που προσαρμόζονται δυναμικά στη συμπεριφορά ή τις αντιδράσεις του θεατή μέσω μηχανισμών adaptive storytelling (Swartout et al., 2006). Ένα AI-driven XR animation μπορεί να αλλάζει τον διάλογο, την πλοκή ή την έκβαση ανάλογα με τις αλληλεπιδράσεις του χρήστη με τα στοιχεία του περιβάλλοντος, καθιστώντας κάθε εμπειρία μοναδική.

Στο δημιουργικό επίπεδο, η AI λειτουργεί όχι μόνο ως εργαλείο επιτάχυνσης της παραγωγής, αλλά και ως συν-δημιουργός: συμμετέχει στον σχεδιασμό χαρακτήρων, στη σύνθεση του σκηνικού, ακόμη και στη διαμόρφωση συναισθηματικών τόνων ή θεματικών μοτίβων. Η γενετική τεχνητή νοημοσύνη (Generative AI), μέσω εργαλείων όπως τα text-to-animation ή τα voice-driven animation systems, επιτρέπει την άμεση απόδοση σεναρίων σε οπτικοακουστικές αλληλουχίες (Bai et al., 2023). Έτσι, η δημιουργική διαδικασία δεν είναι πια αποκλειστικά ανθρώπινη, αλλά προϊόν συνεργασίας μεταξύ ανθρώπου και αλγορίθμου.

Η αλληλεπίδραση (interactivity) αποτελεί επίσης κρίσιμη παράμετρο. Το animation στο XR δεν περιορίζεται στην παθητική παρατήρηση αλλά απαιτεί τη συμμετοχή του χρήστη μέσω κινήσεων, χειρονομιών, φωνής ή ακόμα και βιομετρικών

σημάτων. Η AI αξιοποιείται για την αναγνώριση αυτών των σημάτων και τη μετάφρασή τους σε αντίστοιχες αντιδράσεις του συστήματος – είτε ως αλλαγές στην αφήγηση, είτε ως επεμβάσεις στο ίδιο το animated περιβάλλον (Cipresso, Giglioli, Raya, & Riva, 2018).

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η ανάπτυξη AI-avatar systems, τα οποία όχι μόνο αλληλεπιδρούν ρεαλιστικά με τον χρήστη, αλλά και προσαρμόζουν τη συμπεριφορά και την έκφρασή τους με βάση το συναισθηματικό προφίλ του θεατή. Με αυτόν τον τρόπο, το animation XR γίνεται συναισθηματικά έξυπνο (emotionally intelligent), δημιουργώντας μια πιο πλούσια και βιωματική εμπειρία αφήγησης.

Επιπλέον, η αλλαγή από το «πλαίσιο οθόνης» στο περιβάλλον ως σκηνή (spatial storytelling) φέρνει τον δημιουργό αντιμέτωπο με νέες προκλήσεις: η αφήγηση πρέπει να κατασκευάζεται όχι μόνο στον χρόνο, αλλά και στον χώρο. Ο θεατής μπορεί να εστιάζει όπου επιλέξει· επομένως, η πληροφορία πρέπει να διανέμεται πολλαπλά, πολυτροπικά και να παραμένει νοηματικά συνεκτική (Dooley, 2020).

Συνολικά, η δημιουργία animation σε XR με AI επεκτείνει τα όρια της παραδοσιακής αφήγησης και της σχέσης θεατή-δημιουργού. Δημιουργεί ένα νέο αφηγηματικό καθεστώς, όπου η ιστορία προκύπτει ως συνεχής διάδραση μεταξύ υποκειμένου, τεχνολογίας και περιβάλλοντος, αναδιαμορφώνοντας όχι μόνο το περιεχόμενο αλλά και την έννοια της «εμπειρίας».

6. Οι προοπτικές στη παραγωγή και στη δημιουργία animation XR στην εποχή της ΤΝ /AI

Η είσοδος της Τεχνητής Νοημοσύνης (ΤΝ/AI) στην οπτικοακουστική δημιουργία αναδιαμορφώνει ριζικά το μέλλον της παραγωγής animation σε περιβάλλοντα Διευρυμένης Πραγματικότητας (XR). Οι εξελίξεις αυτές δεν περιορίζονται στην αυτοματοποίηση υπαρχουσών εργασιών, αλλά επεκτείνονται στη μεταμόρφωση των ίδιων των εννοιών της δημιουργικότητας, της αισθητικής και της πρόσληψης του έργου τέχνης. Οι προοπτικές διαγράφονται εντυπωσιακές, καθώς συνδυάζονται η τεχνολογική πρόοδος με την αυξανόμενη ωριμότητα των δημιουργικών αλγορίθμων.

Μία βασική τάση είναι η αύξηση της αυτονομίας των συστημάτων παραγωγής, που επιτρέπει την υλοποίηση σύνθετων έργων με μικρότερες ομάδες παραγωγής ή και μεμονωμένους δημιουργούς. Εργαλεία AI όπως τα *RunwayML*, *Pika Labs*, ή *Kaiber* επιτρέπουν σε έναν καλλιτέχνη να δημιουργήσει animation σκηνές, χαρακτήρες και ακόμη και ολόκληρα αφηγηματικά σενάρια με βάση φυσική γλώσσα (text-to-animation) (Yang et al., 2023). Σε συνδυασμό με XR engines όπως Unity ή Unreal Engine, οι δημιουργοί μπορούν να παράγουν διαδραστικά έργα με υψηλό βαθμό προσαρμοστικότητας και αισθητικής ποιότητας.

Μια δεύτερη καθοριστική προοπτική αφορά την προσωποποίηση (personalization) του περιεχομένου. Με τη βοήθεια machine learning και user analytics, οι εμπειρίες

animation σε XR μπορούν να προσαρμόζονται σε πραγματικό χρόνο στις συναισθηματικές ή συμπεριφορικές αντιδράσεις του χρήστη. Αυτή η δυνατότητα ανοίγει νέους δρόμους στην εκπαίδευση, την ψυχολογία, την τέχνη και τη διαφήμιση, δημιουργώντας περιεχόμενο που δεν είναι μόνο διαδραστικό αλλά και σχεσιακό (relational) (Lipschitz et al., 2022).

Επιπλέον, οι AI τεχνολογίες δημιουργούν τις βάσεις για συνεργατικά συστήματα συν-δημιουργίας (co-creative systems), όπου ο άνθρωπος και η μηχανή αλληλοτροφοδοτούνται. Ο δημιουργός λειτουργεί ως επιμελητής και διευθυντής νοήματος, ενώ η AI προσφέρει επιλογές, εναλλακτικές αφηγηματικές κατευθύνσεις ή οπτικές λύσεις (McCormack et al., 2019). Αυτό το μοντέλο «δημιουργικής συνεργασίας» καθιστά την παραγωγή animation πιο ευέλικτη και ενδεχομένως πιο δημοκρατική, ανοίγοντας τον δρόμο σε δημιουργούς χωρίς τεχνικές δεξιότητες.

Σε πρακτικό επίπεδο, οι προοπτικές περιλαμβάνουν την ενσωμάτωση των AI-driven XR εμπειριών σε ευρύτερες πολιτισμικές και εμπορικές πρακτικές: εγκαταστάσεις (installations), εκπαιδευτικές εφαρμογές, ψυχαγωγία, virtual art galleries, ψηφιακές θεατρικές παραστάσεις, και video games νέας γενιάς. Η χρήση της ΤΝ επιταχύνει την παραγωγή αυτών των μορφών και επιτρέπει την ανάπτυξη υβριδικών έργων, τα οποία συνδυάζουν πολλαπλές μορφές αφήγησης και τεχνολογικής πρόσληψης (Slater & Sanchez-Vives, 2016).

Ωστόσο, οι εξελίξεις αυτές συνοδεύονται και από προκλήσεις: η ηθική χρήση της AI, τα ζητήματα πνευματικής ιδιοκτησίας και η διασφάλιση καλλιτεχνικής αυθεντικότητας αποτελούν κρίσιμους παράγοντες. Οι προοπτικές είναι, λοιπόν, συναρπαστικές αλλά απαιτούν διαρκή αναστοχασμό και διαπολιτισμική προσέγγιση στην ανάπτυξη νέων μοντέλων παραγωγής.

Η παραγωγή XR απαιτεί συνεργασία μεταξύ διαφόρων ειδικοτήτων: σκηνοθετών, σχεδιαστών εμπειρίας, προγραμματιστών, animators και μηχανικών ήχου. Η διεπιστημονικότητα γίνεται αναγκαία συνθήκη, ενώ νέοι ρόλοι όπως ο XR designer, interaction director και immersive producer εμφανίζονται (Pimentel & Teixeira, 1995).

Οι εκπαιδευτικές δομές οφείλουν να προσαρμοστούν, ενσωματώνοντας πρακτική εξάσκηση σε XR περιβάλλοντα και καλλιεργώντας δεξιότητες όπως ο σχεδιασμός για πολυαισθητηριακή εμπειρία και η συγγραφή μη-γραμμικής αφήγησης.

Συνοψίζοντας, η εποχή της ΤΝ μετασχηματίζει την παραγωγή animation XR σε μια εξελικτική διαδικασία δυναμικής δημιουργίας, όπου η τεχνολογία δεν αντικαθιστά τον άνθρωπο αλλά τον επεκτείνει, ανοίγοντας νέους ορίζοντες για το πώς αντιλαμβανόμαστε, δημιουργούμε και βιώνουμε το κινούμενο οπτικοακουστικό περιεχόμενο.

7. Κριτική ανάλυση των πορισμάτων της έρευνας

Η ανάλυση των ιδιαιτεροτήτων και των προοπτικών της δημιουργίας animation XR στην εποχή της Τεχνητής Νοημοσύνης (ΤΝ/AI) αποκαλύπτει έναν χώρο που αναπτύσσεται δυναμικά και ριζικά αναδιαμορφώνει τα όρια της οπτικοακουστικής παραγωγής. Ωστόσο, παρά τις εντυπωσιακές δυνατότητες που προσφέρουν τα

σύγχρονα εργαλεία ΤΝ, η δημιουργική διαδικασία δεν παραμένει χωρίς προκλήσεις και αμφισημίες.

Πρώτον, ενώ η ΤΝ λειτουργεί ως επιταχυντής της παραγωγής και της πολυπλοκότητας του περιεχομένου, δημιουργούνται ερωτήματα για την καλλιτεχνική αυθεντία και τον ρόλο του δημιουργού. Η μετάβαση από τον ανθρώπινο έλεγχο στην αλγοριθμική συν-δημιουργία εγείρει θεωρητικά ζητήματα σχετικά με τη νομιμοποίηση της δημιουργίας, την πρωτοτυπία και το πνευματικό δικαίωμα (McCormack et al., 2019). Οι δυνατότητες μαζικής παραγωγής που προσφέρουν τα εργαλεία text-to-animation ή AI avatars οδηγούν σε έναν νέο «βιομηχανισμό» του animation, ο οποίος μπορεί να απειλήσει την πολιτισμική πολυφωνία και τη μοναδικότητα της καλλιτεχνικής φωνής.

Δεύτερον, η τεχνολογική υποδομή για εμπειρίες XR παραμένει άνιση, τόσο ως προς την πρόσβαση όσο και ως προς τη γνώση χρήσης. Παρότι η AI υπόσχεται εκδημοκρατισμό της παραγωγής, η δημιουργία υψηλής ποιότητας animation XR εξακολουθεί να απαιτεί γνώση εργαλείων, τεχνικές δεξιότητες και πόρους. Επομένως, η δυνατότητα αξιοποίησης αυτών των τεχνολογιών παραμένει συγκεντρωμένη σε λίγα κέντρα και εταιρείες.

Τρίτον, παρατηρείται έλλειψη θεωρητικής συγκρότησης και αισθητικής κατεύθυνσης στην ταχύτατη διάδοση των AI εργαλείων. Πολλά έργα XR animation, αν και εντυπωσιακά οπτικά, συχνά παραμένουν επίπεδα ως προς το νόημα ή αποτυγχάνουν να αξιοποιήσουν ουσιαστικά τη δυνατότητα της χωρικής και διαδραστικής αφήγησης (Dooley, 2020). Αυτό δείχνει την ανάγκη για ενίσχυση της θεωρητικής και αφηγηματικής παιδείας των δημιουργών XR.

Τέλος, τίθεται το ζήτημα της δεοντολογίας και της ευθύνης: η χρήση βιομετρικών δεδομένων για προσωποποιημένη αφήγηση, η δημιουργία avatar χαρακτήρων με ρεαλιστική συμπεριφορά και οι αλγόριθμοι συναισθηματικής ανάλυσης επιβάλλουν νέα ερωτήματα σχετικά με την προστασία της ιδιωτικότητας, τη χειραγώγηση και την ψηφιακή ηθική.

8. **Συμπέρασμα**

Η ενοποίηση των XR με την AI, το Internet of Things (IoT) και την υπολογιστική όραση οδηγεί σε πιο σύνθετες, έξυπνες και προσωποποιημένες εμπειρίες. Παράλληλα, η άνοδος του metaverse και των αποκεντρωμένων πλατφορμών δημιουργεί νέες αγορές και ανάγκες για XR περιεχόμενο (Ball, 2022).

Η εικονική παραγωγή (virtual production) και η διαρκής μείωση του κόστους και του χρόνου δημιουργίας σηματοδοτούν τη δημοκρατικοποίηση της δημιουργίας animation σε XR, επιτρέποντας και σε μικρές ομάδες ή ανεξάρτητους δημιουργούς να καινοτομήσουν.

Πιο συγκεκριμένα, η μελέτη των σύγχρονων εξελίξεων στην παραγωγή και δημιουργία animation XR με τη χρήση ΤΝ οδηγεί σε τέσσερα βασικά συμπεράσματα:

- Η AI αναβαθμίζει τη δημιουργικότητα και προσφέρει νέες μορφές αφήγησης: Μέσα από adaptive και διαδραστικά αφηγηματικά μοντέλα, ανοίγονται δρόμοι για μια πιο βιωματική και εξατομικευμένη εμπειρία του animation.
- Η παραγωγή animation XR γίνεται πιο προσβάσιμη αλλά και πιο περίπλοκη: Ενώ μειώνονται τα τεχνικά εμπόδια για την είσοδο δημιουργών, η αισθητική και αφηγηματική ποιότητα απαιτεί νέα εργαλεία, γνώσεις και συνεργασίες.
- Η σχέση ανθρώπου και AI αλλάζει τον ρόλο του καλλιτέχνη: Ο δημιουργός μετατρέπεται σε επιμελητή, εκπαιδευτή αλγορίθμων και σχεδιαστή διαλογικών εμπειριών. Η δημιουργική διαδικασία γίνεται πολυκεντρική και δυναμική.
- Χρειάζεται ένα πλαίσιο ηθικής, πολιτισμικής και καλλιτεχνικής κατεύθυνσης: Η ταχεία εξέλιξη των τεχνολογιών πρέπει να συνοδεύεται από θεωρητικό αναστοχασμό, δεοντολογική επίγνωση και στήριξη της καλλιτεχνικής εκπαίδευσης.

Στο σύνολό τους, τα ευρήματα υπογραμμίζουν την ανάγκη για μια διεπιστημονική προσέγγιση στη μελέτη του animation XR με AI: ένας συνδυασμός τεχνολογίας, τέχνης, θεωρίας των μέσων και φιλοσοφίας της δημιουργίας. Μόνο έτσι θα μπορέσει το πεδίο να ανθίσει ως χώρος καινοτομίας, ελευθερίας και βαθιάς πολιτισμικής σημασίας.

Βιβλιογραφικές αναφορές

Bai, H., Singh, A., & Huang, S. (2023). Text-to-animation generation with diffusion models. *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (CVPR), 1402–1411.

Boell, S. K., & Cecez-Kecmanovic, D. (2015). On being 'systematic' in literature reviews in IS. *Journal of Information Technology*, 30(2), 161–173. https://doi.org/10.1057/jit.2014.26

Cao, C., Weng, Y., Zhou, S., & Tang, X. (2014). FaceWarehouse: A 3D facial expression database for visual computing. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 20(3), 413–425.

Cipresso, P., Giglioli, I. A. C., Raya, M. A., & Riva, G. (2018). The past, present, and future of virtual and augmented reality research: A network and cluster analysis of the literature. *Frontiers in Psychology*, 9, 2086. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02086

Craig, A. B., & Georgieva, M. (2021). *Understanding augmented reality: Concepts and applications* (2nd ed.). Morgan Kaufmann.

Dooley, K. (2020). *Immersion and interactivity in virtual storytelling: A theoretical framework*. Journal of Media Practice and Education, 21(3), 203–220. https://doi.org/10.1080/25741136.2020.1792643

Eladhari, M. P., & Mateas, M. (2009). Semi-autonomous avatars in World of Minds. *International Journal of Computer Games Technology*, 2009, 1–8.

Epic Games. (2023). *MetaHuman Animator: Real-time performance capture and facial animation*. Retrieved from https://www.unrealengine.com

Furniss, M. (2016). *Art in motion: Animation aesthetics*. John Libbey Publishing.

Grau, O. (2003). *Virtual art: From illusion to immersion*. The MIT Press.

Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., ... & Bengio, Y. (2014). Generative adversarial nets. In *Advances in neural information processing systems* (Vol. 27).

Holden, D., Saito, J., & Komura, T. (2016). A deep learning framework for character motion synthesis and editing. *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, 35(4), 138.

Lister, M., Dovey, J., Giddings, S., Grant, I., & Kelly, K. (2009). *New media: A critical introduction* (2nd ed.). Routledge.

Lipschitz, J., Zhao, S., De Melo, C., & Gratch, J. (2022). Personalized interactive narratives: Combining AI and user modeling in XR storytelling. *Proceedings of the IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, 221–230. https://doi.org/10.1109/VR51125.2022.00035

Makantasis, K., Doulamis, A., Doulamis, N., & Protopapadakis, E. (2021). AI-enabled rendering for real-time immersive environments. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 77, 103119.

Manovich, L. (2018). *AI Aesthetics*. Moscow: Strelka Press

Mayring, P. (2014). *Qualitative content analysis: Theoretical foundation, basic procedures and software solution*. Klagenfurt: Beltz.

Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, E77-D(12), 1321–1329.

Murray, J. H. (2017). *Hamlet on the Holodeck: The future of narrative in cyberspace* (Updated ed.). Cambridge, MA: MIT Press.

McCormack, J., Gifford, T., & Hutchings, P. (2019). Autonomy, authenticity, authorship and intention in computer generated art. *Digital Creativity*, 30(1), 52–67. https://doi.org/10.1080/14626268.2019.1583076

Ramesh, A., Dhariwal, P., Nichol, A., Chu, C., & Chen, M. (2022). Hierarchical text-conditional image generation with CLIP latents. *arXiv preprint arXiv:2204.06125*.

Russell, S., & Norvig, P. (2020). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.

Slater, M., & Sanchez-Vives, M. V. (2016). Enhancing our lives with immersive virtual reality. *Frontiers in Robotics and AI*, 3, 74. https://doi.org/10.3389/frobt.2016.00074

Swartout, W., Hill, R., Gratch, J., et al. (2006). Toward virtual humans. *AI Magazine*, 27(2), 96–108.

Yang, W., Bai, Y., Zhang, K., & Liu, Y. (2023). Generative animation: AI-based tools for creative storytelling in XR environments. *Journal of Computer Animation and Virtual Worlds*, 34(2), e2027. https://doi.org/10.1002/cav.2027