



ΔΙΕΘΝΕΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ - WEBINTELLIGENCE

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΚΑΡΑΤΖΙΑ ΓΕΩΡΓΙΟΥ

Επιβλέπων : Ευκλείδης Κεραμόπουλος
Καθηγητής

Θεσσαλονίκη, Ιούνιος 2024



ΔΙΕΘΝΕΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ – WEB
INTELLIGENCE

Η ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΥΝΑΝΤΑ ΤΟΝ ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΤΟ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΚΑΡΑΤΖΙΑ ΓΕΩΡΓΙΟΥ

Επιβλέπων : Ευκλείδης Κεραμόπουλος
Καθηγητής

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή στις Choose a date.

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

.....
Όνομα Επώνυμο

Choose an item. ΔΙ.ΠΑ.Ε.

.....
Όνομα Επώνυμο

Choose an item. ΔΙ.ΠΑ.Ε.

.....
Όνομα Επώνυμο

Choose an item. ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Θεσσαλονίκη, Ιούνιος 2024

(Υπογραφή)

.....

Click here to enter text.

Click here to enter text.

© Choose a date– All rights reserve

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία με θέμα «Η επαυξημένη πραγματικότητα συναντά τον Σημασιολογικό Ιστό» πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας του τμήματος μηχανικών πληροφορικής και ηλεκτρονικών συστημάτων του Διεθνές Πανεπιστημίου της Ελλάδος.

Στο σημείο αυτό αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω τις ειλικρινείς και θερμότες ευχαριστίες μου σε όλους όσους συνέβαλαν στην περάτωση αυτής της προσπάθειας:

Και πρώτα απ' όλα στην επιβλέποντα καθηγήτή μου κ. Ευκλείδη Κεραμόπουλο για την αμέριστη υποστήριξη, τη συνεχή καθοδήγηση.

Τέλος, την γυναίκα μου και την κόρη που με τη καθημερινή τους συμπαράσταση, υπομονή και υποστήριξη συνέβαλλαν με τον δικό τους τρόπο στην εκπλήρωση του στόχου μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η επαυξημένη πραγματικότητα αποτελεί μια καινοτόμα τεχνολογία που έχει ενσωματωθεί ραγδαία στην καθημερινή μας ζωή, επιτρέποντας την προσθήκη εικονικών στοιχείων στον φυσικό κόσμο και προσθέτοντας παραπάνω επίπεδα στους χρήστες. Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο την συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας όσον αφορά την εφαρμογή της τεχνολογίας του Σημαιολογικού Ιστού σε συνδυασμό με την Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) χρησιμοποιώντας τη μέθοδο PRISMA και ερευνώντας άρθρα από διάφορες βάσεις δεδομένων.

Εξετάζονται διάφορες προσεγγίσεις και εφαρμογές που εκμεταλλεύονται τη σημασιολογία του ιστού για την ενίσχυση της επαυξημένης πραγματικότητας. Αυτές οι προσεγγίσεις περιλαμβάνουν την αναγνώριση και απόδοση σημασιολογικής πληροφορίας στο περιβάλλον του χρήστη, την αντιστοίχιση δεδομένων στοιχειώδους του Σημαιολογικού Ιστού με την πραγματική πραγματικότητα, και τη δημιουργία έξυπνων εφαρμογών επαύξησης σε διάφορους καίριους τομείς (Υγεία, Εκπαίδευση, Κατασκευές κ.α.) αλλά και στην καθημερινότητα.

Επίσης η συγκεκριμένη έρευνα αναδεικνύει τη σημασία της τεχνολογίας του Σημαιολογικού Ιστού ως εργαλείο για την ενίσχυση της επαυξημένης πραγματικότητας και προσφέρει σημαντικές προοπτικές για τη μελλοντική ανάπτυξη και εφαρμογή της συνδυαστικής προσέγγισης αυτών των δύο τεχνολογικών πεδίων.

Αυτή η συνδυαστική προσέγγιση ανοίγει τον δρόμο για πολλές εφαρμογές και προοπτικές, τόσο στην επιχειρηματική όσο και στην ακαδημαϊκή κοινότητα. Με τη χρήση του Σημαιολογικού Ιστού, μπορούμε να γίνει σημαντική βελτίωση στην ακρίβεια, την συνοχή και την αντίληψη των πληροφοριών που παρέχονται στους χρήστες κατά τη διάρκεια της επαύξησης της πραγματικότητας.

Επιπλέον, αυτή η έρευνα δημιουργεί τις προϋποθέσεις για την ανάπτυξη προηγμένων συστημάτων που μπορούν να βελτιώσουν την ανθρώπινη εμπειρία σε πολλούς τομείς, όπως η εκπαίδευση, η ψυχαγωγία, η υγεία και η βιομηχανία.

Συνοψίζοντας, η διπλωματική αυτή εργασία αναδεικνύει τη σημασία της συγχώνευσης της τεχνολογίας του Σημαιολογικού Ιστού και της επαυξημένης πραγματικότητας. Προτείνει επίσης τη συνέχιση της έρευνας και ανάπτυξης σε αυτόν τον τομέα, ανοίγοντας νέες προοπτικές για την επαυξημένη πραγματικότητα και την ανθρώπινη διάσταση της τεχνολογίας.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:

Επαυξημένη πραγματικότητα, προσεγγίσεις επαύξησης, μέθοδος PRISMA, τεχνολογία σημασιολογικού ιστού, ανθρώπινη εμπειρία.

ABSTRACT

Augmented reality is an innovative technology that has been rapidly integrated into our daily lives, allowing virtual elements to be added to the physical world and adding extra layers to users. This thesis aims to systematically review the literature regarding the application of Semantic Web technology combined with Augmented Reality (AR) using the PRISMA method and researching articles from various databases.

Various approaches and applications that exploit web semantics to enhance augmented reality are examined. These approaches include recognizing and rendering semantic information in the user environment, matching Semantic Web elementary data with real reality, and creating smart augmentation applications in various key areas (Health, Education, Construction, etc.) and in everyday life.

This research also highlights the importance of Semantic Web technology as a tool for augmented reality enhancement and offers important perspectives for the future development and application of the combined approach of these two technological fields.

This combined approach paves the way for many applications and perspectives, both in the business and academic community. By using the Semantic Web, we can make significant improvements in the accuracy, consistency and perception of the information provided to users during augmented reality.

Furthermore, this research paves the way for the development of advanced systems that can improve the human experience in many areas, such as education, entertainment, health and industry.

In summary, this thesis highlights the importance of merging Semantic Web and augmented reality technology and proposes further research and development in this area, opening up new perspectives on augmented reality and the human dimension of technology.

KEY WORDS:

Augmented reality, augmentation approaches, PRISMA method, semantic web technology, human experience.

Περιεχόμενα_Toc169352486

Κεφάλαιο 1 ^ο : Εισαγωγή.....	1
Κεφάλαιο 2 ^ο : Επαυξημένη Πραγματικότητα	3
2.1 Εισαγωγή.....	3
2.2 Ιστορική αναδρομή.....	5
2.3 Διαφορές Επαυξημένης Πραγματικότητας - AR και Εικονικής Πραγματικότητας - VR...	10
2.4 Τεχνολογίες Επαυξημένης Πραγματικότητας	13
2.5 Συστήματα Επαυξημένης Πραγματικότητας & Τεχνολογίες	15
2.6 Προκλήσεις και περιορισμοί της επαυξημένης πραγματικότητας	18
2.7 Προσβασιμότητα στις Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας.....	19
Κεφάλαιο 3 ^ο : Σημσιολογικός Ιστός.....	21
3.1 Εισαγωγή.....	21
3.2 Στόχος	22
3.3 Τεχνολογίες Σημσιολογικού Ιστού	23
3.4 Τι είναι το Web 2.0	25
3.5 Web 2.0 vs. Σημσιολογικός Ιστός:.....	26
Κεφάλαιο 4 ^ο : Μεθοδολογία	27
4.1 Σχέδιο Έρευνας.....	27
4.2 Διαδικασία Συστηματικής και Κριτικής Ανασκόπησης.....	27
Κεφάλαιο 5 ^ο : Αποτελέσματα.....	51
ΕΕ1: Ποια είναι τα βασικά οφέλη της συνδυασμένης χρήσης των τεχνολογιών;.....	51
ΕΕ2: Ποια είναι τα κύρια μειονεκτήματα και προκλήσεις που συναντώνται με τη συνδυασμένη χρήση αυτών των τεχνολογιών;	53
ΕΕ3: Σε ποιες χώρες έχουν πραγματοποιηθεί κυρίως έρευνες και πειράματα;	55
ΕΕ4: Ποιες συσκευές και μεθοδολογίες χρησιμοποιούνται κυρίως για τη διεξαγωγή πειραμάτων;.....	57
ΕΕ5: Ποια είναι τα κύρια εργαλεία, τύποι AR και λειτουργικά συστήματα ανάπτυξης που χρησιμοποιούνται ;	60
ΕΕ6: Ποιος είναι ο κύριος τομέας δημιουργίας εφαρμογών και ποιο δείγμα έχει χρησιμοποιηθεί κυρίως στα πειράματα της έρευνας της βιβλιογραφίας;	65
Κεφάλαιο 6 ^ο : Συμπεράσματα – Περιορισμοί – Συζήτηση	68
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	70

Περιεχόμενα Εικόνων

Εικόνα 1. Συνέχιση εικονικής πραγματικότητας από πραγματικό περιβάλλον, Πηγή: An Overview of Augmented Reality	4
Εικόνα 2. The Sword of Damocles, πρώτο σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας Ivan Sutherland.....	6
Εικόνα 3. Videoplace, Πηγή: Myron Kueger (1974).....	6
Εικόνα 4. Aspen Movie Map Πηγή: Lucas Cavalcanti	7
Εικόνα 5. Συνεργάτες που φορούν οθόνες και εξετάζουν ένα σύνολο δεδομένων Πηγή: University of.....	8
Εικόνα 6. Virtual Fixtures -πρώτο σύστημα AR, Πολεμική Αεροπορία των ΗΠΑ, Αεροπορική Βάση, Πηγή: Wright-Patterson (1992).....	8
Εικόνα 7. KARMA, Πηγή: Steven Feiner, Blair MacIntyre και Doree Seligmann (1993)	9
Εικόνα 8. Αρχιτεκτονική Βιβλιοθήκης Λογισμικού ARToolKit, Πηγή: International Journal of Networked Computing and Advanced Information Management	9
Εικόνα 9. Συσκευή HoloLens 2 Πηγή: Microsoft.....	10
Εικόνα 10. XR vs AR vs VR vs MR Πηγή: VRdirect.com	11
Εικόνα 11. Δείκτης Επαυξημένης Πραγματικότητας με τη χρήση ARToolKit , Πηγή: International Journal of Networked Computing and Advanced Information Management	14
Εικόνα 12. Επαυξημένη Πραγματικότητα χωρίς φυσικό δείκτη, Πηγή: (https://space10.com/)	14
Εικόνα 13. επαυξημένη Πραγματικότητα με χρήση GPS, Πηγή: Wear-studio.com	15
Εικόνα 14 Επαυξημένη Πραγματικότητα με χρήση HMD & διάγραμμα, Πηγή: International Journal of Networked Computing and Advanced Information Management.....	16
Εικόνα 15. Επαυξημένη Πραγματικότητα με χρήση HMD, Πηγή: Microsoft.com.....	16
Εικόνα 16. Οθόνη που βασίζεται στην απεικόνιση και το ανάλογο διάγραμμα Πηγή: International Journal of Networked Computing and Advanced Information Management	16
Εικόνα 17. Οθόνη χειρός Πηγή: International Journal of Networked Computing and Advanced Information Management.....	17
Εικόνα 18. Χωρική επαυξημένη πραγματικότητα για αξιολόγηση σχεδιασμού Πηγή: Journal of Computational Design and Engineering	17
Εικόνα 19. Semantic Web, Πηγή: Semanticoverflow.com	21
Εικόνα 20. Τι είναι το RDF, Πηγή: Ontotex.com	23
Εικόνα 21. Κριτήρια αναζήτησης στο IEEEEXPLORE	31
Εικόνα 22. Αποτελέσματα αναζήτησης στο IEEEEXPLORE.....	31
Εικόνα 23. Κριτήρια αναζήτησης στο SCOPUS.....	32
Εικόνα 24. Αποτελέσματα αναζήτησης στο SCOPUS	32
Εικόνα 25. Κριτήρια αναζήτησης στο SienceDirect	33
Εικόνα 26. Αποτελέσματα αναζήτησης στο SienceDirect.....	33
Εικόνα 27. Αποτελέσματα αναζήτησης στο SienceDirect	34

Περιεχόμενα Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1. Πλήθος εγγραφών ανά έτος	29
Διάγραμμα 2 Πλήθος εγγραφών ανά έτος, ποσοστά	29
Διάγραμμα 3. Τομείς που εμφανίζονται τα οφέλη από τη συνδυασμένη χρήση τεχνολογιών	52
Διάγραμμα 4. Μειονεκτήματα με τη συνδυασμένη χρήση τεχνολογιών	54
Διάγραμμα 5 Πλήθος εγγράφων ανά χώρα	56
Figure 6 Πλήθος εγγράφων εντός και εκτός Ευρώπης	56
Διάγραμμα 7. Συσκευές που χρησιμοποιούνται για τα πειράματα ερευνών	58
Figure 8 Μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται για τα πειράματα ερευνών	59
Διάγραμμα 9 Εργαλεία για ανάπτυξη AR.....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
Διάγραμμα 10. Τύποι AR που χρησιμοποιούνται.....	63
Διάγραμμα 11 Λειτουργικά συστήματα ανάπτυξης	64
Διάγραμμα 12. Κύριοι τομείς δημιουργίας εφαρμογών	67

Λεξικό Όρων

AMEA: Άτομα με Ειδικές Ανάγκες

AEC: Αρχιτεκτονικής Μηχανικής Κατασκευών

AR - ΕΠ: Augmented Reality -Επαυξημένη Πραγματικότητα

AI: Artificial Intelligence – Τεχνητή Νοημοσύνη

CARE: Contextual Augmented Reality Environments – Χρήση της ΕΠ με την εμφάνιση εικονικών αντικειμένων

DC: Dublin Core – Πρότυπο κανόνων με 15 βασικά στοιχεία

GPS: Global Positioning System – Σύστημα Πλοήγησης

HMD: Head Mounted Display - Μονάδα απεικόνισης AR για το κεφάλι

MR: Mixed Reality – Μεικτή Πραγματικότητα

MRI: Magnetic Resonance Imaging - Ιατρική τεχνική εικονογράφησης

MIT: Massachusetts Institute of Technology - Ινστιτούτο Τεχνολογίας Μασαχουσέτης

NLP: Natural Language Processing – Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας

OWL: Web Ontology Language - Γλώσσα Οντολογιών Ιστού

PRISMA: Μεθοδολογία Συστηματικής Ανασκόπησης

RE: Πραγματικό Περιβάλλον

RDF: Resource Description Framework – Πλαίσιο Περιγραφής Πόρων

SAR: Spatial Augmented Reality – Ειδική Τεχνολογία Επαυξημένης Πραγματικότητας

SPARQL: Protocol and RDF Query Language – Γλώσσα ερωτημάτων για ανάκτηση δεδομένων

VR - ΕΠ: Virtual Reality - Εικονική Πραγματικότητα

W3C: World Wide Web Consortium – Παγκόσμιος Συνασπισμός του Παγκόσμιου Ιστού

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

Ο όρος επαυξημένη πραγματικότητα (AR) επινοήθηκε το 1992 από τον ερευνητή της Boeing Thomas Preston Caudell, ο οποίος ανέπτυξε μια εφαρμογή AR για βιομηχανική χρήση για την προβολή ορισμένων διαγραμμάτων συναρμολόγησης [134].

Η **επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented Reality - AR)** αποτελεί μια συναρπαστική και δυναμική τεχνολογία που έχει επανασχεδιάσει τον τρόπο που αλληλοεπιδρούμε με τον περιβάλλον μας και την πληροφορία γύρω μας. Παρά την αρχική της εμφάνιση στον τομέα της ψυχαγωγίας και των παιχνιδιών, η επαυξημένη πραγματικότητα έχει εξελιχθεί σε μια ευρύτατη τεχνολογία με εφαρμογές σε πολλούς τομείς, από την εκπαίδευση και την υγεία μέχρι τη βιομηχανία και την ανάπτυξη [137].

Με λίγα λόγια η βασική λειτουργία της AR είναι η δημιουργία συνδέσμων είτε απευθείας είτε με την αλληλεπίδραση του χρήστη με τη συσκευή μεταξύ του πραγματικού κόσμου αλλά και των διάφορων πληροφοριών που παράγονται από τη συσκευή. Στην ουσία η AR είναι μια τεχνολογία που στοχεύει στην ψηφιακή ενοποίηση και επεκτείνει το φυσικό περιβάλλον ή τον κόσμο του χρήστη προσθέτοντας επίπεδα με ψηφιακές πληροφορίες. Η τεχνολογία αυτή είναι ικανή να συνδυάσει πληροφορίες που αφορούν αριθμούς, γράμματα, σύμβολα ακόμα και ήχο εικόνα βίντεο ή γραφικά [122].

Στην παρούσα εργασία θα εξετάσουμε την εξέλιξη της τεχνολογίας AR, τις βασικές τεχνολογίες που υπάρχουν πίσω από αυτήν καθώς και τις πρόσφατες εξελίξεις που την καθιστούν ιδιαίτερα σημαντική στην καθημερινή μας ζωή. Προκειμένου να αντιμετωπισθούν διάφορες ανάγκες όπως η βελτίωση της αλληλεπίδρασης με το χρήστη, η της εύκολης πρόσβασης σε πληροφορίες, της ενίσχυσης της εκπαιδευτικής διαδικασίας και των αποτελεσμάτων που προέρχονται από αυτή, την αντιμετώπιση προβλημάτων ασφαλείας αλλά και τη χρήση διαφορετικών τεχνολογιών, γίνεται χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας σε συνδυασμό με τον Σημασιολογικό Ιστό.

Επιπροσθέτως θα εξετάσουμε επίσης τις εφαρμογές της AR σε διάφορους τομείς και πώς αυτές έχουν επηρεάσει τον τρόπο που εκπαιδευόμαστε, εργαζόμαστε, ψυχαγωγούμαστε και αντιμετωπίζουμε προκλήσεις στην καθημερινή μας ζωή. Επιπλέον, θα εξετάσουμε τις προκλήσεις και τις ευκαιρίες που προκύπτουν από τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας, συμπεριλαμβανομένων των ζητημάτων ασφάλειας και ιδιωτικότητας. Θα εξετάσουμε επίσης τις τελευταίες εξελίξεις στην τεχνολογία AR και πώς αυτές επηρεάζουν το μέλλον της.

Αυτή η εργασία θα παρέχει μια συνολική εικόνα της επαυξημένης πραγματικότητας, των δυνατοτήτων της, και του τρόπου που αναμένεται να επηρεάσει την κοινωνία και την τεχνολογία στο μέλλον. Επίσης η παρούσα εργασία καλείται να απαντήσει σε ερωτήματα ό

- Ποια είναι τα βασικά οφέλη της συνδυασμένης χρήσης των τεχνολογιών;
- Ποια είναι τα κύρια μειονεκτήματα και προκλήσεις που συναντώνται με τη συνδυασμένη χρήση αυτών των τεχνολογιών;
- Σε ποιες χώρες έχουν πραγματοποιηθεί κυρίως έρευνες και πειράματα;
- Ποιες συσκευές και μεθοδολογίες χρησιμοποιούνται κυρίως για τη διεξαγωγή πειραμάτων;

- Ποια είναι τα κύρια εργαλεία, τύποι AR και λειτουργικά συστήματα ανάπτυξης που χρησιμοποιούνται ;

- Ποιος είναι ο κύριος τομέας δημιουργίας εφαρμογών και ποιο δείγμα έχει χρησιμοποιηθεί κυρίως στα πειράματα της έρευνας της βιβλιογραφίας;

Τέλος η συνδυασμένη χρήση των τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας και σημασιολογικού ιστού μπορεί να προσφέρει πολλά οφέλη σε διάφορους τομείς, όπως η επεξεργασία δεδομένων, η ανάλυση πληροφοριών και η λήψη αποφάσεων [139].

Στη διπλωματική μου εργασία, η δομή περιλαμβάνει έξι κύρια κεφάλαια.

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζω το γενικό πλαίσιο της έρευνας, τη σημασία του θέματος, τους στόχους της διπλωματικής εργασίας και την οργάνωση των κεφαλαίων που ακολουθούν.

Κεφάλαιο 2: Επαυξημένη Πραγματικότητα Αναλύω την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας (AR), την ιστορική της εξέλιξη, τις διαφορές με την εικονική πραγματικότητα (VR), τις τεχνολογίες και τα συστήματα AR, καθώς και τις προκλήσεις, περιορισμούς και θέματα προσβασιμότητας που αντιμετωπίζει.

Κεφάλαιο 3: Σημασιολογικός Ιστός Παρουσιάζω τον σημασιολογικό ιστό, τους στόχους και τις τεχνολογίες του. Συγκρίνω το Web 2.0 με τον σημασιολογικό ιστό και εξετάζω τη συμβολή τους στην ανάπτυξη της infosphere.

Κεφάλαιο 4: Μεθοδολογία Περιγράφω το σχέδιο της έρευνάς μου και τη διαδικασία συστηματικής και κριτικής ανασκόπησης που ακολούθησα για τη συλλογή και ανάλυση των δεδομένων.

Κεφάλαιο 5: Αποτελέσματα Παρουσιάζω τα ευρήματα της έρευνας, τα οποία περιλαμβάνουν τα οφέλη και τις προκλήσεις από τη συνδυασμένη χρήση των τεχνολογιών AR, τις κύριες χώρες και συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα, καθώς και τα κύρια εργαλεία και τομείς ανάπτυξης εφαρμογών.

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα – Περιορισμοί – Συζήτηση Συνοψίζω τα βασικά συμπεράσματα της έρευνας, συζητώ τους περιορισμούς της μελέτης και προτείνω κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα.

Κεφάλαιο 2^ο : Επαυξημένη Πραγματικότητα

2.1 Εισαγωγή

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) ορίζεται σαν μια άμεση ή έμμεση προβολή ενός φυσικού περιβάλλοντος σε πραγματικό χρόνο το οποίο έχει ενισχυθεί με την προσθήκη σημαντικών εικονικών πληροφοριών που παράγονται από κάποιον υπολογιστή ή συσκευή. Η AR στην ουσία αποτελεί μια διαδραστική διαδικασία που συνδυάζει πραγματικά και εικονικά αντικείμενα σε ένα 3D περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα η Επαυξημένη Πραγματικότητα στοχεύει στην απλούστευση της ζωής του χρήστη προσθέτοντας εικονικές πληροφορίες στο άμεσο πραγματικό του περιβάλλον, όπως για παράδειγμα η ροή βίντεο.

Η AR ενισχύει με διάφορους και ποικίλους τρόπους την αλληλεπίδραση του χρήστη με τον πραγματικό κόσμο επαυξάνοντας την πραγματικότητα με την επικάλυψη εικονικών αντικειμένων. Η AR δεν περιορίζεται σε έναν μόνο συγκεκριμένο τύπο τεχνολογιών απεικόνισης όπως για παράδειγμα μιας απλής οθόνης που τοποθετείται στο κεφάλι του χρήστη (HMD) αλλά αποτελεί έναν συνδυασμό τεχνολογιών που δίνει πολλά πλεονεκτήματα στο χρήστη διευκολύνοντας την καθημερινότητά του [121].

Ένας άλλος ορισμός είναι ότι η **επαυξημένη πραγματικότητα ή Augmented Reality (AR)**, είναι μια συγκεκριμένη τεχνική που προσθέτει διάφορα επίπεδα στον κόσμο όπως τον έχουμε συνηθίσει. Αυτά τα επίπεδα συνήθως είναι διάφορες πληροφορίες που αφορούν την αίσθηση, την οπτική και την ακουστική και έχουν σαν στόχο να εντείνουν την εμπειρία του χρήστη. Πολλές εταιρείες χρησιμοποιούν διάφορες τεχνικές επαυξημένης πραγματικότητας για να προωθήσουν τα διάφορα προϊόντα τους καθώς και να συλλέξουν διάφορα δεδομένα για να ξεκινήσουν συγκεκριμένες εκστρατείες μάρκετινγκ. Χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής στην καθημερινή μας ζωή, είναι το Pokémon Go και αποτελεί μια ιδιαίτερη περίπτωση της AR [137].

Η επαύξηση της πραγματικότητας (augmented reality) έχει οριστεί από την επιστημονική κοινότητα (Azuma, 2001) [123] ως ένα σύστημα που θα πρέπει να τηρεί τα ακόλουθα τρία χαρακτηριστικά:

(1) **Συνδυασμός του φυσικού και του εικονικού κόσμου:** Η AR δίνει τη δυνατότητα στους διάφορους χρήστες να βλέπουν τον φυσικό κόσμο γύρω τους και παράλληλα να ενσωματώνουν εικονικά στοιχεία ή πληροφορίες με τη χρήση διαφόρων τεχνολογιών.

(2) **Πραγματικός χρόνος:** Η AR πρέπει να προβάλλει εικονικές πληροφορίες πάντα σε πραγματικό χρόνο ώστε να δίνεται η δυνατότητα στους χρήστες να μπορούν να αλληλεπιδρούν με αυτές την ίδια στιγμή που συμβαίνουν στο πραγματικό περιβάλλον τους.

(3) **Ομοιογένεια & τρισδιάστατη μορφή στο περιβάλλον του χρήστη:** Η AR θα πρέπει να ενσωματώνεται όσο το δυνατόν πιο ομαλά στο περιβάλλον του χρήστη με 3D απεικονίσεις χωρίς να δημιουργεί το αίσθημα του ξένου στοιχείου. Αυτή η διαδικασία δημιουργεί στους χρήστες το αίσθημα του φυσικού επιτρέποντας τους να αισθάνονται ότι αποτελούν μέρος του περιβάλλοντος.

Ορισμένοι σύντομοι ορισμοί σχετικά με την επαυξημένη πραγματικότητα και όσα σχετίζονται με αυτήν [122]

- **Πραγματικό περιβάλλον (RE):** είναι το περιβάλλον στο οποίο ζούμε και διέπεται από τους διάφορους νόμους της φύσης.
- **Επαυξημένη πραγματικότητα (AR):** φυσική πραγματικότητα στην οποία οι συμμετέχοντες βλέπουν επίσης εικονικά στοιχεία.

- **Augmented Virtuality (AV):** είναι μια εικονική πραγματικότητα στην οποία βλέπουν οι συμμετέχοντες και πραγματικά στοιχεία.
- **Εικονική Πραγματικότητα (VR):** αντιπροσωπεύει έναν εικονικό κόσμο στον οποίο βρίσκεται ο συμμετέχων

Ορισμένοι ερευνητές όπως οι El Sayed, Zayed, & Sharawy προσπάθησαν να παρουσιάσουν μια διαφορετική προσέγγιση της επαυξημένης πραγματικότητας και στον τρόπο που αντιλαμβάνονταν τη νέα αυτή τεχνολογία. Σύμφωνα με την προσέγγισή τους η επαυξημένη πραγματικότητα με την προσθήκη εικονικών αντικειμένων σε πραγματικές σκηνές εστιάζει κυρίως στην προσθήκη πληροφοριών που δεν υπάρχουν στον πραγματικό κόσμο. Στην ουσία δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας μιας μικτής πραγματικότητας όπου ο χρήστης έχει άπειρες δυνατότητες και μπορεί να αλληλοεπιδράσει τόσο με τον πραγματικό κόσμο όσο και με τον εικονικό κόσμο ταυτόχρονα [134].

Αυτή η προσέγγιση αναδεικνύει τον ρόλο της επαυξημένης πραγματικότητας ως μέσο για την προσθήκη διαδραστικών και εικονικών στοιχείων στον πραγματικό κόσμο, προκειμένου να εμπλουτίσει την αντίληψη και την εμπειρία των χρηστών. Αυτή η προσέγγιση έχει ευρύτερες εφαρμογές σε πολλούς τομείς, όπως τον τουρισμό, την εκπαίδευση, την ψυχαγωγία και πολλούς άλλους, καθώς επιτρέπει στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους με νέους και δημιουργικούς τρόπους.

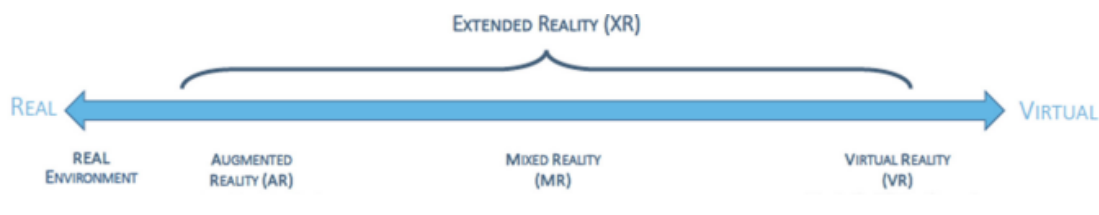
Η AR, χρησιμοποιώντας την κάμερα μιας κινητής συσκευής είτε πρόκειται για κάποιο Smartphone είτε κάποια άλλη συσκευή, επικεντρώνεται στην συμπερίληψη εικονικών στοιχείων κατά τη θέαση πραγματικών, φυσικών περιβαλλόντων προκειμένου να δημιουργηθεί μια μικτή πραγματικότητα σε πραγματικό χρόνο και χώρο με 3D απεικονίσεις [135]. Ψηφιακές πληροφορίες (κείμενο, ήχος, εικόνες, βίντεο, 3D αντικείμενα) επικαλύπτονται στον πραγματικό κόσμο με τρόπο που το κάνει να φαίνεται μέρος του πραγματικού περιβάλλοντος [126].

Τύποι τεχνολογιών στις οποίες μπορεί να εφαρμοστεί το AR, με το καθένα να επιδιώκει διαφορετικούς στόχους

- AR που βασίζεται σε δείκτη.
- AR δεν βασίζεται σε δείκτες.
- AR βασισμένη σε προβολές.

Η έννοια της μικτής πραγματικότητας, όπως ορίστηκε από τους Milgram & Kishino το 1994, αναφέρεται στις ενδιάμεσες καταστάσεις μεταξύ του πραγματικού και του εικονικού κόσμου με τις οποίες αλληλοεπιδρά ο χρήστης. Σε αυτές τις καταστάσεις, η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) καλείται να προσφέρει έναν υβριδικό περιβάλλον όπου ο χρήστης μπορεί να αλληλοεπιδρά με εικονικά στοιχεία ενώ παραμένει συνδεδεμένος με τον πραγματικό κόσμο.

Το κύριο χαρακτηριστικό της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) είναι, όπως αναφέρεται, η δυνατότητα του χρήστη να διατηρεί τη σύνδεσή του με τον πραγματικό κόσμο. Αυτό το χαρακτηριστικό την καθιστά ελκυστική για πολλές εφαρμογές, διότι δεν απομονώνει τον χρήστη από το περιβάλλον του. Αντίθετα, επιτρέπει στον χρήστη να αλληλοεπιδρά με τον πραγματικό κόσμο και ταυτόχρονα να επωφελείται από τις εικονικές πληροφορίες ή τα εικονικά αντικείμενα που παρέχει η AR.



Εικόνα 1. Συνέχιση εικονικής πραγματικότητας από πραγματικό περιβάλλον, Πηγή: An Overview of Augmented Reality

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα, η επαυξημένη πραγματικότητα βρίσκεται σε μια ενδιάμεση κατάσταση μεταξύ του πραγματικού περιβάλλοντος και του εικονικού περιβάλλοντος. Τα δύο άκρα του

διαγράμματος με τα ενδιάμεσα στάδια αποτελούν στη ουσία το σύνολο της μικτής πραγματικότητας (Milgram, Kishino, 1994). Στην ουσία θα λέγαμε ότι το πραγματικό περιβάλλον δεν υποκαθίσταται από ένα εικονικό αλλά αντίθετα ενισχύεται και «επαυξάνεται» από τις πρόσθετες ψηφιακές πληροφορίες (εικόνες, βίντεο, ήχος, τρισδιάστατα μοντέλα. Το αποτέλεσμα της AR δίνει στον χρήστη την ψευδαίσθηση ότι στον φυσικό του περιβάλλον συνυπάρχουν ψηφιακά και πραγματικά αντικείμενα.

Ο συνδυασμός της κάμερας και του συστήματος GPS σε μια κινητή συσκευή επιτρέπει την προβολή επιπλέον πληροφοριών για ένα γεωγραφικό σημείο, δημιουργώντας ένα επαυξημένο αποτέλεσμα με πλήθος πληροφοριών. Αυτές οι πληροφορίες μπορεί να περιλαμβάνουν κείμενα, ήχους και βίντεο που σχετίζονται με τη συγκεκριμένη γεωγραφική θέση όπου βρίσκεται ο χρήστης και προσανατολίζει την κάμερά του προς αυτήν τη θέση.

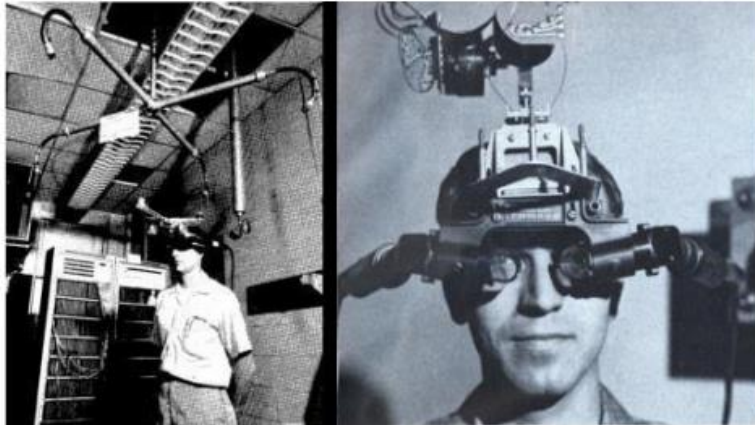
Αυτές οι πληροφορίες συνήθως προβάλλονται στην οθόνη της κινητής συσκευής ή μέσω ειδικών γυαλιών προβολής. Όταν ο χρήστης κατευθύνει την κάμερά του προς μια συγκεκριμένη γεωγραφική θέση, το σύστημα αναγνωρίζει αυτήν τη θέση μέσω του GPS και προβάλλει τις σχετικές πληροφορίες στην οθόνη της συσκευής ή μέσω των γυαλιών AR.

Αξίζει στο σημείο αυτό να αναφέρουμε τη διαφορά της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) με αυτήν της εικονικής πραγματικότητας (VR). Η εικονική πραγματικότητα θα λέγαμε εν συντομία ότι είναι εξ' ολοκλήρου εικονική ενώ η επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιεί και ένα μέρος του πραγματικού κόσμου. Σε κάθε περίπτωση τόσο η επαυξημένη πραγματικότητα όσο και η εικονική αποτελούν απαραίτητες τεχνολογίες για την διαμόρφωση και την πρόσβαση στο Metaverse. Πιο συγκεκριμένα το AR αποτελεί την καθημερινή μας πραγματικότητα με ένα επιπλέον επίπεδο πληροφοριών πάνω σε αυτήν. Το σημαντικό για την επαυξημένη πραγματικότητα είναι ότι ο καθένας μπορεί να τη ζήσει χρησιμοποιώντας ένα smartphone.

2.2 Ιστορική αναδρομή

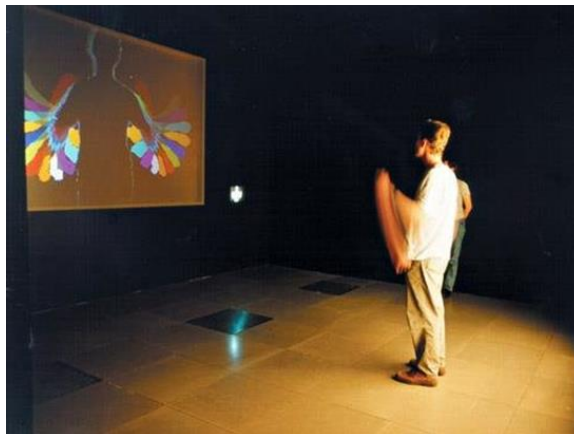
Η επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented Reality - AR) αναπτύχθηκε και εξελίχθηκε μέσα από πολλές δεκαετίες και συνδυάζει την πραγματική πραγματικότητα με τα ψηφιακά στοιχεία. Παρακάτω παρουσιάζεται μια σύντομη ιστορική αναδρομή για να κατανοήσει ο αναγνώστης τα στάδια από τα οποία πέρασε η ανάπτυξη της συγκεκριμένης τεχνολογίας.

- **Δεκαετία 1960:** Ο Ivan Sutherland ανέπτυξε το πρώτο σύστημα AR, γνωστό ως "Sword of Damocles," που χρησιμοποιούσε ένα γιγαντιαίο κράνος και ένα σύστημα ανίχνευσης κεντρικής θέσης για να προβάλλει γραφικά πάνω στον πραγματικό κόσμο.
- **Δεκαετία 1960:** Ο Ιβάν Σουτλαντ του Harvard University δημιούργησε το πρώτο σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας, γνωστό και ως "Σύστημα Κεφαλής" (Head-Mounted Display - HMD).



Εικόνα 2. The Sword of Damocles, πρώτο σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας Ivan Sutherland

- **Δεκαετία 1970-1980:** Πολλά ερευνητικά εργαστήρια ανέπτυξαν προγράμματα και συστήματα AR κατά τη δεκαετία του 1970 και του 1980, εξερευνώντας τις δυνατότητες της τεχνολογίας. Επίσης κάνουν την εμφάνισή τους τα πρώτα συστήματα AR στην εκπαίδευση και στον στρατό
- **1974:** Αποτελεί μια κομβική χρονιά για την AR αφού ο Myron Krueger προχωράει την επαυξημένη πραγματικότητα ένα βήμα παραπέρα. Ο συγκεκριμένος επιστήμονας, δημιούργησε ένα σύστημα 'τεχνητής πραγματικότητας' το οποίο το ονόμασε Videoplace. Το Videoplace συνδύαζε ένα σύστημα προβολής και βίντεο κάμερες που έδειχναν σκιές σε οθόνες. Σκοπός του ήταν ο χρήστης να πιστεύει ότι βρίσκεται σε ένα διαδραστικό περιβάλλον και να αλληλοεπιδρά με αυτό. Επιπροσθέτως στα τέλη της δεκαετίας του 1970, εμφανίστηκαν ορισμένες από τις πρώτες συσκευές που ενσωμάτωσαν τεχνολογία AR, αν και ήταν μεγάλες και βαριές. Παραδείγματος χάριν, το "Aspen Movie Map" από το MIT ήταν ένα πρόγραμμα AR που επέτρεπε στους χρήστες να εξερευνούν τους δρόμους της πόλης Aspen του Colorado με βάση τις βίντεο εικόνες.

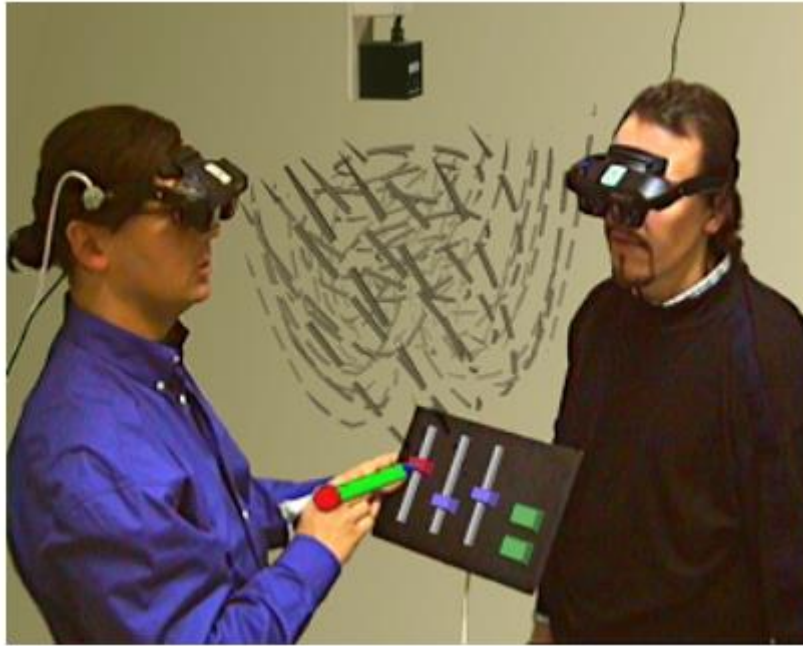


Εικόνα 3. Videoplace, Πηγή: Myron Kueger (1974)



Εικόνα 4. Aspen Movie Map Πηγή: Lucas Cavalcanti

- **Δεκαετία 1990:** Στην ουσία αποτελεί τη δεκαετία οπού έχουμε την ουσιαστική αρχή της AR. Εμφανίστηκαν πρώτες εφαρμογές AR στον κόσμο των παιχνιδιών, όπως το "ARQuake," που επέτρεπε στους παίκτες να παίζουν ένα 3D παιχνίδι μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας.
- **1990:** Οι ερευνητές συνέχισαν να αναπτύσσουν την τεχνολογία AR, με την εισαγωγή του πρώτου βίντεο στοιχείου σε ένα σύστημα HMD από την Boeing.
- **1990:** Τα πρώτα πραγματικά λειτουργικά συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας (AR) εμφανίστηκαν στα τέλη της δεκαετίας του 1990 και στις αρχές του 2000. Αυτά τα πρώιμα συστήματα AR ήταν συχνά πειραματικά και χρησιμοποιούνταν κυρίως για ερευνητικούς και βιομηχανικούς σκοπούς. Ορισμένα από τα πιο γνωστά είναι το ARToolKit, το Studierstube και το KARMA.
- **1994:** ένα χρόνο μετά, δημιουργήθηκε η πρώτη θεατρική παραγωγή που χρησιμοποίησε επαυξημένη πραγματικότητα. Είχε τίτλο 'Dancing in Cyberspace' και παρουσίαζε ακροβάτες να χορεύουν μέσα και γύρω από εικονικά αντικείμενα στη σκηνή. Λίγα χρόνια αργότερα, το 1999, η NASA χρησιμοποίησε ένα υβριδικό σύστημα συνθετικής όρασης που ενσωματώνει την Επαυξημένη Πραγματικότητα στο διαστημόπλοιο X-38.
- **1999:** Το Studierstube ήταν ένα σύστημα AR που αναπτύχθηκε από το Πανεπιστήμιο της Γκρατς στην Αυστρία. Είχε χρησιμοποιηθεί για εκπαιδευτικούς και επαγγελματικούς σκοπούς. Στην ουσία αποτελούσε ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας που επιτρέπουν σε πολλούς χρήστες να συγκεντρωθούν σε ένα δωμάτιο και να βιώσουν ένα κοινό εικονικό χώρο που μπορεί να συμπληρωθεί με τρισδιάστατα δεδομένα.[144].



Εικόνα 5. Συνεργάτες που φορούν οθόνες και εξετάζουν ένα σύνολο δεδομένων Πηγή: University of Technology, Austria

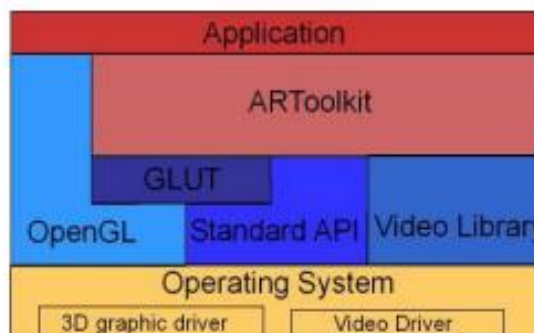


Εικόνα 6. Virtual Fixtures -πρώτο σύστημα AR, Πολεμική Αεροπορία των ΗΠΑ, Αεροπορική Βάση, Πηγή: Wright-Patterson (1992)



Εικόνα 7. KARMA, Πηγή: Steven Feiner, Blair MacIntyre και Doree Seligmann (1993)

- 2000:** Το ARToolKit αναπτύχθηκε από τον Dr. Hirokazu Kato στο Ινστιτούτο Βιοπληροφορικής του Πανεπιστημίου της Γκρατς στην Αυστρία κατά τα τέλη της δεκαετίας του 1990. Το πρωτότυπο ARToolKit ήταν ένα σύστημα για την ανίχνευση και την προβολή εικονικών αντικειμένων πάνω σε πραγματικά αντικείμενα. Το ARToolKit είναι μια βιβλιοθήκη λογισμικού γραμμένη στη γλώσσα προγραμματισμού C για τη δημιουργία AR. Διανέμεται δωρεάν για μη εμπορικές ή ερευνητικές εφαρμογές. Το ARToolKit χρησιμοποιείται για την ανάλυση καρτέ εισόδου βίντεο και με τη χρήση της τεχνολογίας OpenGL δημιουργεί επαυξημένη προβολή [145].



Εικόνα 8. Αρχιτεκτονική Βιβλιοθήκης Λογισμικού ARToolKit, Πηγή: International Journal of Networked Computing and Advanced Information Management

- Δεκαετία 2000:** Η επαυξημένη πραγματικότητα (EP) έγινε πιο ευρέως διαδεδομένη κατά τη δεκαετία του 2000, κυρίως λόγω της εμφάνισης προηγμένων φορητών υπολογιστών και ισχυρών κινητών τηλεφώνων. Αυτή η σημαντική εξέλιξη άνοιξε νέες προοπτικές σε πολλούς τομείς όπως η Εκπαίδευση, η Ιατρική και ο Τουρισμός.
- 2008:** Δημιουργείται το FLARToolKit και η Επαυξημένη Πραγματικότητα γίνεται διαθέσιμη στο διαδίκτυο. Το FLARToolKit είναι μια εξειδικευμένη έκδοση του ARToolKit, που εστιάζει στην ανίχνευση και την απεικόνιση εικονικών 3D αντικειμένων πάνω σε πραγματικά σήματα (markers). Το FLARToolKit χρησιμοποιείται για τη δημιουργία εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας (AR) που βασίζονται σε markers, που είναι ειδικά σήματα. Αυτά τα markers αντιπροσωπεύουν τα αντικείμενα ή τα σημεία ενδιαφέροντος στον χώρο, και μέσω του FLARToolKit, μπορούν να ανιχνευθούν σε πραγματικό χρόνο και να χρησιμοποιηθούν ως αρχή για την τοποθέτηση των εικονικών 3D αντικειμένων πάνω στην εικόνα από την κάμερα της συσκευής.[145]

- **2010:** Το Kinect ήταν μια κάμερα κίνησης που κυκλοφόρησε αρχικά για την Xbox 360 το 2010 και αργότερα για το Xbox One. Η συσκευή Kinect επέτρεπε στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με τα παιχνίδια και τις εφαρμογές χρησιμοποιώντας το σώμα τους και τη φωνή τους, χωρίς την ανάγκη να έχουν κάποιο χειριστήριο στα χέρια τους. Αυτή η τεχνολογία επιτρέπει την ανίχνευση της κίνησης του χρήστη και τη δυνατότητα εκτέλεσης διαφόρων εντολών και ελέγχου παιχνιδιών και εφαρμογών προσφέροντας μια σημαντική εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας στους χρήστες.
- **Δεκαετία 2020:** Πλέον με την εμφάνιση των Smartphones και των tablets η EP γίνεται πασίγνωστη. Εφαρμογές όπως το Pokemon Go καθιέρωσαν την EP στο χώρο του Gaming.



Εικόνα 9. Συσκευή HoloLens 2 Πηγή: Microsoft

Γενικότερα η επαυξημένη πραγματικότητα ως ένα τεχνολογικό εργαλείο πέρασε από πολλά στάδια και παρατηρούμε ότι εξελίσσεται χρόνο με τον χρόνο. Από την εξελικτική της πορεία φαίνεται ότι τις επόμενες δεκαετίες θα βελτιωθεί και θα χρησιμοποιείται από όλο και περισσότερους τομείς.

2.3 Διαφορές Επαυξημένης Πραγματικότητας - AR και Εικονικής Πραγματικότητας - VR

Όπως αναφέραμε σε προηγούμενα κεφάλαια η επαυξημένη πραγματικότητα AR (AR - Augmented Reality) αποτελεί έναν τέλειο συνδυασμό μεταξύ του ψηφιακού κόσμου και των φυσικών στοιχείων με βασικό στόχο τη δημιουργία ενός τεχνητού περιβάλλοντος. Οι περισσότερες εφαρμογές που αναπτύσσονται για κινητά η επιτραπέζιους υπολογιστές χρησιμοποιούν την τεχνολογία AR για την ανάμιξη ψηφιακών στοιχείων στον πραγματικό κόσμο.

Αντίθετα η εικονική πραγματικότητα (VR- Virtual Reality) αποτελεί μια διαφορετική τεχνολογία η οποία βασίζεται στην απεικόνιση ενός εναλλακτικού κόσμου ή πραγματικότητας που δημιουργείται συνήθως από κάποια συσκευή όπως ένας υπολογιστής. Στις περισσότερες των περιπτώσεων χρησιμοποιείται στη δημιουργία ταινιών 3D και διάφορων βιντεοπαιχνιδιών. Βασικός σκοπός της είναι η δημιουργία προσομοιώσεων παρόμοιες με τον πραγματικό κόσμο στις οποίες ο χρήστης «βυθίζεται» χρησιμοποιώντας είτε υπολογιστές είτε συσκευές που βασίζονται στην αίσθηση όπως ακουστικά και γάντια.

Αξίζει στο σημείο αυτό να αναφερθεί ότι η εικονική πραγματικότητα πέρα από τα παιχνίδια και την ψυχαγωγία χρησιμοποιείται σε διάφορους τομείς όπως εκπαίδευση, επιστήμες και ιατρική [146].

Με βάση τα παραπάνω θα λέγαμε ότι παρόλο που οι συγκεκριμένες τεχνολογίες χρησιμοποιούνται κυρίως για να δώσουν στο χρήστη μια διαφορετική εμπειρία αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον, ωστόσο

έχουν διαφορετικές δυνατότητες και πολλές φορές χρησιμοποιούνται σε διαφορετικές καταστάσεις και σενάρια. Η βασική διαφορά των δύο τεχνολογιών είναι ότι προσπαθούν να υλοποιήσουν τους στόχους τους με διαφορετικά τρόπο. Για παράδειγμα ενώ η εικονική πραγματικότητα προσπαθεί και δημιουργεί ένα τελείως εικονικό περιβάλλον η AR προσπαθεί να επαυξάνει τον πραγματικό κόσμο. Στη δεύτερη περίπτωση ο χρήστης έχει πάντα την αίσθηση ότι βρίσκεται στον πραγματικό κόσμο ενώ στην VR οι οπτικές αισθήσεις βρίσκονται υπό τον έλεγχο του εκάστοτε συστήματος [146].



Εικόνα 10. XR vs AR vs VR vs MR Πηγή: VRdirect.com

Μια άλλη σημαντική διαφορά των δύο τεχνολογιών είναι ότι στην τεχνολογία AR ο χρήστης βυθίζεται εν μέρη στο περιβάλλον και το ποσοστό AR είναι 25% και το πραγματικό 75% ενώ στην τεχνολογία VR ο χρήστης βυθίζεται ολοκληρωτικά σε ένα περιβάλλον με ποσοστό 75% ενώ το πραγματικό είναι 25%.

Μια ακόμα σημαντική διαφορά είναι ότι στην AR δεν απαιτούνται ακουστικά ενώ στην VR απαιτείται κάποια συσκευή με ακουστικά VR. Επίσης στην AR οι χρήστες διατηρούν την επαφή τους με τον πραγματικό κόσμο και αλληλεπιδρούν με εικονικά αντικείμενα πιο κοντά τους ενώ στην τεχνολογία VR ο χρήστης απομονώνεται τελείως από τον πραγματικό κόσμο και βυθίζεται σε έναν τελείως φανταστικό [146].

Τέλος θα λέγαμε ότι η τεχνολογία AR χρησιμοποιείται για τη βελτίωση τόσο του εικονικού όσο και του πραγματικού κόσμου ενώ η τεχνολογία VR για τη βελτίωση στο χώρο του gaming και την ενίσχυση της φανταστικής πραγματικότητας.

Επιπλέον, στην εικονική πραγματικότητα η εμπειρία γίνεται με τη βοήθεια κάποιων εξαρτημάτων, όπως είναι οι μάσκες. Στις μάσκες υπάρχουν δύο ειδών οθόνες, η μία για το κάθε μάτι και με τη βοήθεια των αισθητήρων, ο χρήστης μπορεί να κατευθυνθεί μέσα στο εικονικό περιβάλλον. Από την άλλη πλευρά, στην επαυξημένη πραγματικότητα η εμπειρία γίνεται με ειδικά γυαλιά ή και χωρίς αυτά, μόνο με τη χρήση της κάμερα από ένα smartphone ή tablet στον πραγματικό κόσμο.

Όσον αφορά κάποιες εφαρμογές η επαυξημένη πραγματικότητα συχνά χρησιμοποιείται για εκπαιδευτικούς, επαγγελματικούς και ψυχαγωγικούς σκοπούς. Γίνεται ευρέως αποδεκτή σε εφαρμογές παιχνιδιών, βιντεοπαιχνιδιών Pokémon GO και επιδείξεις μόδας ενώ η εικονική πραγματικότητα συχνά χρησιμοποιείται για πλήρη απομόνωση του χρήστη σε εικονικούς κόσμους, όπως σε παιχνίδια VR, εκπαίδευση, και εικονικές εμπειρίες ταξιδιών.

Συμπερασματικά όσον αφορά την επικοινωνία οι χρήστες AR διατηρούν επαφή με τον πραγματικό κόσμο κατά τη χρήση, καθώς βλέπουν το περιβάλλον τους και τα επιπλέον εικονικά στοιχεία ενώ στη

VR, οι χρήστες είναι πλήρως απομονωμένοι από τον πραγματικό κόσμο, και η επικοινωνία με αυτόν περιορίζεται.

Πλεονεκτήματα της επαυξημένης πραγματικότητας (AR)

- Οι χρήστες μπορούν να μοιραστούν σημαντικές εμπειρίες ακόμα και αν βρίσκονται σε μεγάλες αποστάσεις μεταξύ τους.
- Οι προγραμματιστές έχουν τη δυνατότητα να δημιουργήσουν παιχνίδια και εκπαιδευτικό υλικό που προσφέρουν στο χρήστη μια «πραγματική εμπειρία».
- Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αυξήσει σημαντικά τις γνώσεις και τις εμπειρίες των χρηστών.
- Σε πολλές περιπτώσεις προσφέρει σημαντική ενίσχυση της μαθησιακής διαδικασίας
- Οι τεχνικοί μπορούν να χρησιμοποιούν την AR για την εμφάνιση οδηγιών συντήρησης και επισκευής κατά την εργασία τους.[30].
- Οι επιχειρήσεις μπορούν να δημιουργήσουν πρωτότυπες διαφημιστικές εκστρατείες και εμπειρίες για τους πελάτες τους.

Μειονεκτήματα της επαυξημένης πραγματικότητας (AR)

- Συνήθως, οι συσκευές AR απαιτούν εξειδικευμένο εξοπλισμό, όπως γυαλιά ή κάμερες. Αυτό αυξάνει σημαντικά το κόστος για τους χρήστες.
- Η χρήση των συσκευών και της τεχνολογίας AR μπορεί να οδηγήσει σε απομόνωση του χρήστη από τον πραγματικό κόσμο και την πραγματική κοινωνική αλληλεπίδραση.
- Η χρήση της AR μπορεί να δημιουργήσει σημαντικές αμφιβολίες όσον αφορά την προστασία των δεδομένων των χρηστών, καθώς μπορεί να χρησιμοποιεί δεδομένα τους και να επηρεάσει την ασφάλειά τους.
- Η επικράτηση της AR μπορεί να δημιουργήσει νέες κοινωνικές δυναμικές και προκλήσεις, συμπεριλαμβανομένης της εξάρτησης από τεχνολογία.

Πλεονεκτήματα της εικονικής πραγματικότητας (VR)

- Η εικονική πραγματικότητα επιτρέπει στους χρήστες να πειραματιστούν και να αλληλοεπιδράσουν με ένα εικονικό περιβάλλον.
- Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της εικονικής πραγματικότητας είναι ότι στην ουσία δημιουργείται ένας ρεαλιστικός κόσμος όπου ο χρήστης μπορεί να εξερευνήσει τον κόσμο και να αλληλοεπιδράσει με αυτόν.
- Η VR μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εκπαιδευτικούς σκοπούς, επιτρέποντας στους μαθητές να εξερευνούν πραγματικές ή φανταστικές τοποθεσίες και να μαθαίνουν νέα πράγματα με μεγαλύτερη αφοσίωση και ψυχαγωγία.
- Η VR συνδυάζεται συχνά με άλλες τεχνολογίες, όπως η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) και η τεχνητή νοημοσύνη (AI), για τη δημιουργία προηγμένων εμπειριών σε διάφορους τομείς της καθημερινότητας.

Αυτά τα πλεονεκτήματα καθιστούν την VR μια εντυπωσιακή τεχνολογία που έχει εφαρμογές σε πολλούς τομείς, από τον ψυχαγωγικό και τον εκπαιδευτικό χώρο μέχρι τον κλινικό και τον επιχειρηματικό κόσμο [146].

Πλεονεκτήματα της εικονικής πραγματικότητας (VR)

- Οι χρήστες VR μπορεί να νιώθουν απομονωμένοι από τον πραγματικό κόσμο και τους ανθρώπους γύρω τους, καθώς βυθίζονται στον εικονικό κόσμο.

- Για παράδειγμα η εκπαίδευση ενός ατόμου σε ένα περιβάλλον VR είναι πολύ πιθανόν να μην έχει το ίδιο αποτέλεσμα με την εκπαίδευση και την εργασία στον πραγματικό κόσμο. Μπορεί κάποιος χρήστης να έχει εκπαιδευτεί άριστα στον πραγματικό κόσμο αλλά σε ένα περιβάλλον VR δεν υπάρχει κάποια εγγύηση ότι θα τα πάει το ίδιο καλά.
- Οι συσκευές VR απαιτούν ισχυρούς υπολογιστές και γραφικές κάρτες, καθιστώντας την τεχνολογία αυτή μη προσιτή για μεγάλο πλήθος χρηστών.
- Η χρήση της τεχνολογίας VR μπορεί να καταναλώνει πολύ χρόνο, καθώς οι χρήστες μπορεί να βυθίζονται στον εικονικό κόσμο και να παραμελούν τα καθημερινά καθήκοντά τους.

Συμπερασματικά όσον αφορά την επικοινωνία Οι χρήστες AR διατηρούν επαφή με τον πραγματικό κόσμο κατά τη χρήση, καθώς βλέπουν το περιβάλλον τους και τα επιπλέον εικονικά στοιχεία ενώ στη VR, οι χρήστες είναι πλήρως απομονωμένοι από τον πραγματικό κόσμο, και η επικοινωνία με αυτόν περιορίζεται.

2.4 Τεχνολογίες Επαυξημένης Πραγματικότητας

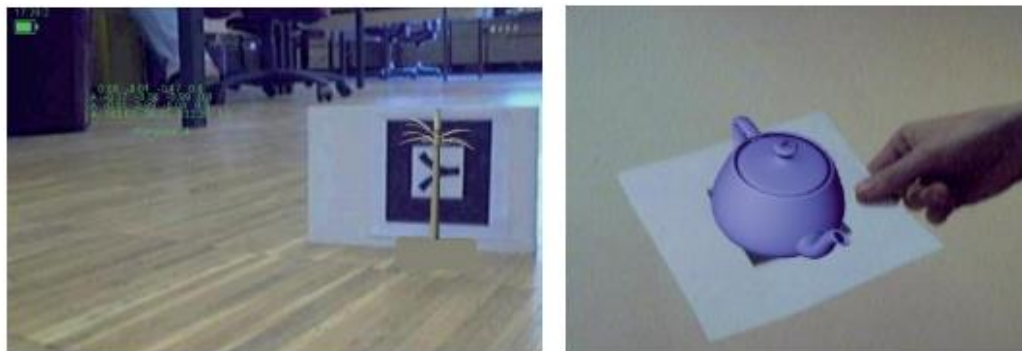
Με βάση την επιστημονική κοινότητα οι βασικές τεχνολογίες που χρησιμοποιεί η επαυξημένη πραγματικότητα AR είναι βασισμένη σε δείκτες (mark-based AR) , η δεύτερη είναι η επαυξημένη πραγματικότητα που δε βασίζεται σε δείκτες (mark-less AR) και τρίτη είναι η AR που βασίζεται κυρίως στην αναγνώριση της τοποθεσίας (location-based AR).

Παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω.

- **Επαυξημένη Πραγματικότητα Βασισμένη σε Δείκτες (Mark-Based AR):** Τα συστήματα εντοπισμού κάμερας που βασίζονται στην συγκεκριμένη τεχνολογία και συγκεκριμένα στην τοποθέτηση σημείων σε διάφορα μέρη της σκηνής στις περισσότερες των περιπτώσεων είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά. Οι δείκτες είναι κατασκευασμένοι με τέτοιο τρόπο ώστε να ανιχνεύονται εύκολα σε κάθε καρέ εικόνας και να δίνουν τις ανάλογες πληροφορίες. Σημαντικό μειονέκτημα της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι ότι σε πολλές περιπτώσεις είναι αδύνατο να τοποθετηθούν οι ανάλογοι δείκτες και τα κατάλληλα σημεία αναφοράς [145].
- **Επαυξημένη Πραγματικότητα που Δεν Βασίζεται σε Δείκτες (Mark-Less AR):** Όπως αναφέραμε στην προηγούμενη τεχνολογία σε πολλές των περιπτώσεων είναι δύσκολη η τοποθέτηση δεικτών στη σκηνή και ιδιαίτερα σε κάποια εξωτερικά περιβάλλοντα. Ωστόσο σε αυτήν την περίπτωση, η AR εφαρμογή δεν χρειάζεται συγκεκριμένους δείκτες για να λειτουργήσει. Αντί αυτού, η συγκεκριμένη τεχνολογία χρησιμοποιεί διάφορες τεχνικές ανίχνευσης και αναγνώρισης, όπως η ανίχνευση της περιβάλλουσας πραγματικότητας (environmental sensing), η χρήση αισθητήρων, την ανίχνευση της κίνησης, και άλλες μεθόδους. Τα συστήματα less marker-based AR είναι πιο ευέλικτα σε σχέση με τα marker-based συστήματα, καθώς δεν απαιτούν συγκεκριμένα γραφικά ή σήμανση για να λειτουργήσουν. Αυτό μπορεί να είναι χρήσιμο σε περιπτώσεις όπου η αναγνώριση της σήμανσης είναι δύσκολη ή ανεφάρμοστη, όπως σε ανοιχτούς χώρους ή όταν οι συνθήκες φωτισμού είναι μεταβαλλόμενες [145].
- **Επαυξημένη Πραγματικότητα Βασισμένη στην Αναγνώριση Τοποθεσίας (Location-Based AR):** Η συγκεκριμένη τεχνολογία είναι μια κατηγορία επαυξημένης πραγματικότητας που χρησιμοποιεί την γεωγραφική τοποθεσία του χρήστη ή την τοποθεσία ενός συγκεκριμένου αντικειμένου για να παρέχει εμπειρίες AR. Αυτή η τεχνολογία βασίζεται στην ικανότητα των

συσκευών να ανιχνεύουν την γεωγραφική τους τοποθεσία μέσω GPS ή άλλων μεθόδων και να παρέχουν περιεχόμενο AR που σχετίζεται με τη συγκεκριμένη θέση [145].

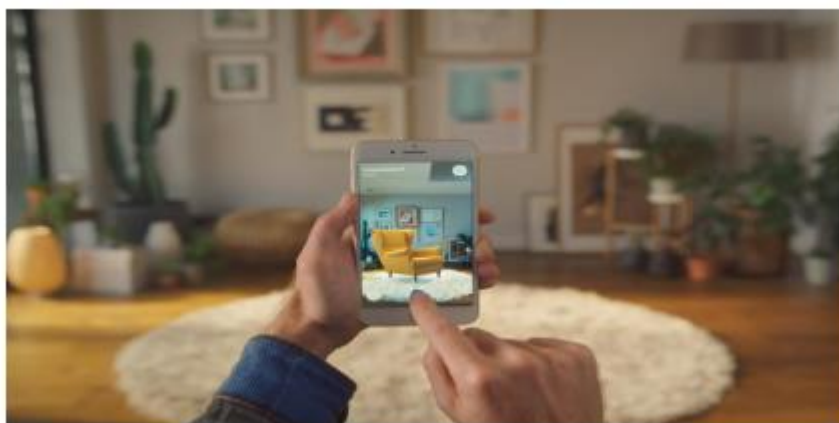
Στην πρώτη κατηγορία επαυξημένης πραγματικότητας τοποθετούνται στα συστήματα εντοπισμού με βασική τους λειτουργία την αναγνώριση εικόνας (image tracking) και συνήθως χρησιμοποιείται από συσκευές σε εσωτερικούς χώρους όπου η κάμερα της εκάστοτε συσκευής αναγνωρίζει τους δείκτες – ετικέτες (marker) . Οι ετικέτες συνήθως είναι ασπρόμαυρες ή πολύχρωμες και δίνουν τη δυνατότητα στην συσκευή να τις αναγνωρίσει μέσω μιας ενσωματωμένης κάμερας. Στη συνέχεια μέσω της ανάλογης τεχνολογίας έχουμε επαύξηση του πραγματικού κόσμου σε εικονικό στην οθόνη της συσκευής. Η συγκεκριμένη τεχνολογία χρησιμοποιείται πολύ σε παιχνίδια στην εκπαίδευση αλλά και στον κλάδο της υγείας.



Εικόνα 11. Δείκτης Επαυξημένης Πραγματικότητας με τη χρήση ARToolKit , Πηγή: International Journal of Networked Computing and Advanced Information Management

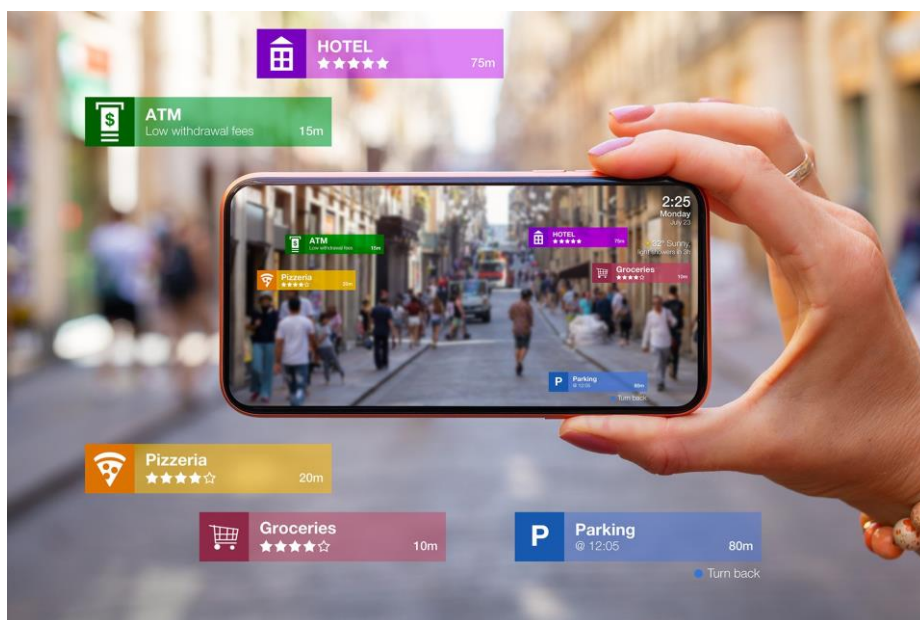
Στην δεύτερη κατηγορία τεχνολογίας απαραίτητη προϋπόθεση είναι η χρήση αισθητήρων για να μπορέσει να επιτευχθεί η προβολή της AR. Στις περιπτώσεις αυτές συνήθως χρησιμοποιούνται αισθητήρες κίνησης, όπως επιταχυνσιόμετρα και γυροσκοπία, για την ανίχνευση της κίνησης και του προσανατολισμού της συσκευής. Αυτό επιτρέπει την προσθήκη πολλαπλών επιπέδων επαυξημένης πραγματικότητας στον πραγματικό κόσμο. Πριν την ανάπτυξη της AR οι αισθητήρες βρισκόνταν σε συσκευές HMD τα οποία φορούσε ο εκάστοτε χρήστης, ωστόσο η συγκεκριμένη μέθοδος κρίθηκε δύσχρηστη, κουραστική για το χρήστη και κοστοβόρα.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας και βοήθησε πολλές συσκευές με τις ενσωματωμένες κάμερες και τους διάφορες αισθητήρες που διαθέτουν να εντοπίζουν πολύ πιο εύκολα τα αντικείμενα και στη συνέχεια να εμφανίζουν το επαυξημένο περιβάλλον στην οθόνη.



Εικόνα 12. Επαυξημένη Πραγματικότητα χωρίς φυσικό δείκτη, Πηγή: (<https://space10.com/>)

Στην τελευταία κατηγορία τεχνολογιών ανήκει η επαυξημένη πραγματικότητα βασισμένη στην αναγνώριση Τοποθεσίας (location & sensor based AR). Στην κατηγορία αυτή η πληροφορία συγκεντρώνεται και παρουσιάζεται στο χρήστη με βάση την τοποθεσία του. Η χρήση των αισθητήρων GPS ενισχύει τη δυνατότητα των εφαρμογών AR να προσφέρουν εξατομικευμένες και πλούσιες εμπειρίες που εξαρτώνται από τη γεωγραφική θέση του χρήστη. Τα συστήματα αυτά στην ουσία βασίζονται στους αισθητήρες, στα σημεία ενδιαφέροντος και σε διάφορες τεχνικές σύνδεσης των σημείων [147].



Εικόνα 13. επαυξημένη Πραγματικότητα με χρήση GPS, Πηγή: Wear-studio.com

Ανατρέχοντας σε διάφορες έρευνες το είδος της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται περισσότερο στις εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας είναι αυτό που βασίζεται κατά κύριο λόγο στους δείκτες ενώ ακολουθούν οι εφαρμογές που βασίζονται στην αναγνώριση θέσης και τέλος έπονται οι εφαρμογές που βασίζονται περισσότερο στην τεχνολογία που αφορά την αναγνώριση του αντικειμένου.

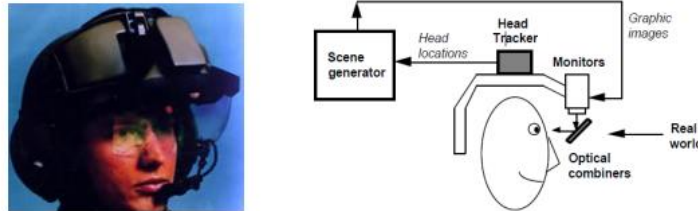
2.5 Συστήματα Επαυξημένης Πραγματικότητας & Τεχνολογίες

Με βάση τα προηγούμενα κεφάλαια είναι ευκόλως εννοούμενο ότι τα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας (AR) αναφέρονται σε συνδυασμούς υλικού και λογισμικού που επιτρέπουν στους χρήστες να βλέπουν τον πραγματικό κόσμο με επιπλέον επαυξημένο ψηφιακό περιεχόμενο. Για να μπορέσουν τα συγκεκριμένα συστήματα να λειτουργήσουν ομαλά θα πρέπει να διαθέτουν ένα σύστημα εισόδου, μια συσκευή ή οθόνη απεικόνισης και μία υπολογιστή μονάδα όπως ένα tablet, ένα smartphone ή ένας υπολογιστής.

Η κάμερα στο συγκεκριμένο σύστημα είναι αυτή που καταγράφει την εικόνα του αντικειμένου και στη συνέχεια με την ανάλογη τεχνολογία την επαυξάνει προσθέτοντας διάφορα αντικείμενα. Το σύστημα εξόδου είναι αυτό που δίνει στο χρήστη το τελικό αποτέλεσμα αλληλοεπιδρώντας με τις αισθήσεις του [58].

Συσκευές απεικόνισης: Θα λέγαμε ότι Υπάρχουν τέσσερα βασικά είδη απεικόνισης, Head-Mounted Display (HMD), Οπτική Τεχνολογία (Optical see-through HMD systems), Handheld Display και Spatial Display.

• **Head-Mounted Display (HMD):** Ένα Head-Mounted Display (HMD) είναι μια συσκευή φορητού υπολογιστή που φοριέται στο κεφάλι του χρήστη και παρέχει οπτική εμπειρία. Τα HMDs σχεδιάστηκαν για να προσφέρουν είτε εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality, VR) είτε επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented Reality, AR) εμπειρία στους χρήστες. Συνήθως αποτελούνται από μία οθόνη, αισθητήρες ηχεία, η ακουστικά και ένα σύστημα αλληλεπίδρασης.

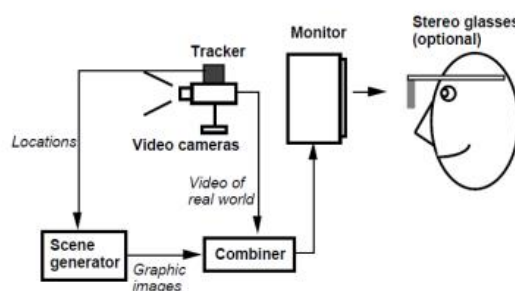


Εικόνα 14 Επαυξημένη Πραγματικότητα με χρήση HMD & διάγραμμα, Πηγή: International Journal of Networked Computing and Advanced Information Management



Εικόνα 15. Επαυξημένη Πραγματικότητα με χρήση HMD, Πηγή: Microsoft.com

• **Οπτική Τεχνολογία (Optical see-through HMD systems):** Τα συστήματα αυτά είναι συσκευές που συνδυάζουν τον ψηφιακό με τον πραγματικό κόσμο δίνοντας στο χρήστη τη δυνατότητα να βλέπει τον πραγματικό κόσμο μέσω μιας διάφανης οθόνης ή ειδικών φακών ενώ παράλληλα γίνεται προβολή πληροφοριών ή εικονικών αντικειμένων που βοηθούν στην «επαύξηση». Οι HMD συσκευές οπτικής τεχνολογίας χρησιμοποιούν διάφορες τεχνικές για να επιτύχουν αυτήν την επικάλυψη των πραγματικών και εικονικών κόσμων. Ένα παράδειγμα τέτοιου συστήματος είναι το Google Glass.[145].



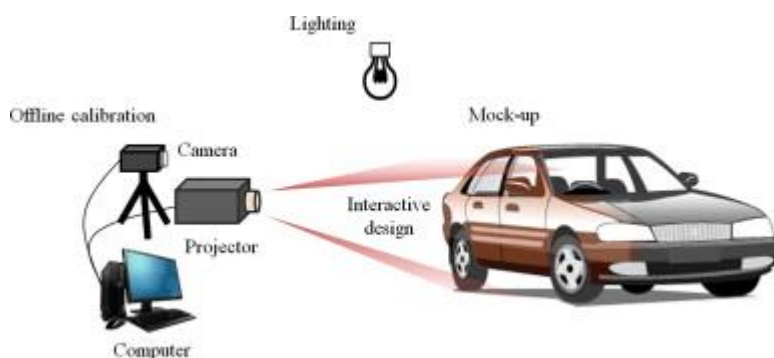
Εικόνα 16. Οθόνη που βασίζεται στην απεικόνιση και το ανάλογο διάγραμμα Πηγή: International Journal of Networked Computing and Advanced Information Management

• **Handheld Display:** Ο συγκεκριμένος όρος αναφέρεται σε ορισμένες φορητές ηλεκτρονικές συσκευές που διαθέτουν μια οθόνη η οποία μπορεί να είναι και αφής που οι χρήστες μπορούν να κρατήσουν στα χέρια τους. Αυτές οι συσκευές σχεδιάζονται για διάφορους σκοπούς ορισμένοι από τους οποίους είναι η προβολή περιεχομένου, η αλληλεπίδραση με ψηφιακές πληροφορίες ή η εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιών [145].



Εικόνα 17. Οθόνη χειρός Πηγή: *International Journal of Networked Computing and Advanced Information Management*

• **Spatial Display (SAR):** Η συγκεκριμένη έννοια αναφέρεται σε μια τεχνολογία που επεκτείνει τις δυνατότητες της επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented Reality - AR) επιτρέποντας την υπέρθεση ψηφιακών πληροφοριών και εικονικών αντικειμένων πάνω στο πραγματικό φυσικό περιβάλλον σε ένα συγκεκριμένο χώρο ή τοποθεσία. Αντίθετα με την παραδοσιακή AR, όπου τα εικονικά στοιχεία παρατηρούνται συνήθως μέσω της οθόνης μιας συσκευής (π.χ., smartphone ή AR κράνος), το SAR χρησιμοποιεί όργανα όπως προβολείς και αισθητήρες για να επεξεργάζεται απευθείας το φυσικό περιβάλλον, βελτιώνοντας την αντίληψη του χρήστη για τον πραγματικό κόσμο [148].



Εικόνα 18. Χωρική επαυξημένη πραγματικότητα για αξιολόγηση σχεδιασμού Πηγή: *Journal of Computational Design and Engineering*

Τα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας (AR) αποτελούνται από διάφορα συστατικά και τεχνολογίες που συνεργάζονται για να παρέχουν την επαυξημένη εμπειρία στον χρήστη. Τα βασικά συστατικά ενός συστήματος AR περιλαμβάνουν:

Κάμερα: Η κάμερα της συσκευής AR χρησιμοποιείται για την λήψη εικόνας του πραγματικού περιβάλλοντος [134].

Αισθητήρες: Πολλές συσκευές AR διαθέτουν επιπλέον αισθητήρες όπως γυροσκόπιο, επιταχυνσιόμετρο και μαγνητόμετρο για την ανίχνευση κίνησης και προσανατολισμού της συσκευής [134].

Λογισμικό AR: Το λογισμικό AR είναι η εφαρμογή που δημιουργεί την επαυξημένη εμπειρία. Αναλαμβάνει την αναγνώριση του περιβάλλοντος, τον συγχρονισμό με τον πραγματικό κόσμο και την προβολή του επαυξημένου περιεχομένου. Συνήθως αξιοποιεί την κάμερα και τους αισθητήρες ενός συστήματος AR για την αναγνώριση του περιβάλλοντος και την επίδειξη επαυξημένου περιεχομένου.

Ανίχνευση Θέσης: Για συσκευές AR που χρησιμοποιούν την αναγνώριση θέσης, είτε βασισμένη σε GPS είτε σε άλλους αισθητήρες, ανιχνεύουν τη θέση της συσκευής στον πραγματικό κόσμο.

Απεικόνιση: Η απεικόνιση είναι υπεύθυνη για τον τρόπο με τον οποίο το επαυξημένο περιεχόμενο εμφανίζεται στην οθόνη ή στο φακό των γυαλιών AR, ώστε να συνδυάζεται με το πραγματικό περιβάλλον.

Ανίχνευση Κίνησης: Ορισμένες συσκευές AR χρησιμοποιούν αισθητήρες κίνησης, όπως εξωτερικοί αισθητήρες κίνησης ή εσωτερικοί αισθητήρες που ανιχνεύουν τις κινήσεις του χρήστη. Αυτό επιτρέπει στον χρήστη να αλληλοεπιδρά με το επαυξημένο περιεχόμενο μέσω κινημάτων και χειρονομιών.

Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας: Η AR συχνά απαιτεί αυξημένη επεξεργαστική ισχύ και μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας. Έτσι, πολλές συσκευές AR διαθέτουν συστήματα διαχείρισης ενέργειας που προσπαθούν να εξοικονομούν ενέργεια όταν αυτό είναι δυνατό.

Συστήματα Ήχου: Η ακουστική εμπειρία είναι σημαντική στα συστήματα AR. Κάποιες συσκευές διαθέτουν ενσωματωμένα μικρόφωνα και ακουστικά, ενώ άλλες χρησιμοποιούν τεχνολογίες όπως τον χωρικό ήχο για να παρέχουν ρεαλιστική ήχητική αναπαραγωγή στους χρήστες.

Συνδεσιμότητα: Οι συσκευές AR συχνά απαιτούν σύνδεση στο διαδίκτυο για να λάβουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, να ανανεώσουν το λογισμικό τους ή να αλληλεπιδράσουν με άλλες συσκευές και υπηρεσίες.

2.6 Προκλήσεις και περιορισμοί της επαυξημένης πραγματικότητας

Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) έχει αρκετές προκλήσεις και περιορισμούς που επηρεάζουν την ανάπτυξη, την υλοποίηση και την ευρύτερη χρήση της. Ορισμένες από αυτές τις προκλήσεις και περιορισμούς περιλαμβάνουν: [139].

Περιορισμένη Ακρίβεια και Σταθερότητα: Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται στις συσκευές AR δεν είναι πάντα απόλυτα ακριβείς και σταθεροί, και αυτό μπορεί να οδηγήσει σε ανακρίβειες κατά την αναγνώριση θέσης και προσανατολισμού.

Κατανάλωση Ενέργειας: Η AR απαιτεί αυξημένη επεξεργαστική ισχύ και, συνεπώς, κατανάλωση ενέργειας. Αυτό μπορεί να περιορίσει τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας της συσκευής AR και να καθιστά απαραίτητη την συχνή φόρτιση.

Περιορισμένη Κινητικότητα: Οι χρήστες που φορούν γυαλιά ή κρατούν κινητές συσκευές AR μπορεί να αισθάνονται περιορισμένοι όσον αφορά την κίνηση τους, καθώς πρέπει να επικεντρωθούν στην οθόνη τους.

Απαιτούμενη Υποδομή: Ορισμένες μορφές AR, όπως αυτές που βασίζονται σε δείκτες, απαιτούν συγκεκριμένη υποδομή ή ετικέτες για την αναγνώριση. Αυτό μπορεί να περιορίσει την επεκτασιμότητα και την ευελιξία των εφαρμογών.

Προβλήματα Ιδιωτικότητας και Ασφάλειας: Στην AR υπάρχει ο κίνδυνος προβολής προσωπικών δεδομένων και πληροφοριών σε τρίτους πέρα από τους χρήστες. Αυτό συνήθως μπορεί να περιλαμβάνει την απεικόνιση προσωπικών μηνυμάτων, εικόνων ή ακόμα και τον εντοπισμό θέσης. Επίσης σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να έχουμε επίθεση κατά της ιδιωτικότητας των χρηστών μέσω κακόβουλων εφαρμογών και λογισμικών που έχουν σαν στόχο τη συλλογή προσωπικών δεδομένων χωρίς την άδεια του χρήστη.

Περιορισμένη Υποστήριξη Περιεχομένου: Η ανάπτυξη πλούσιου επαυξημένου περιεχομένου απαιτεί συχνά εξειδικευμένες γνώσεις και πόρους, και αυτό μπορεί να αποτελέσει πρόκληση για τους προγραμματιστές και τους δημιουργούς περιεχομένου.

2.7 Προσβασιμότητα στις Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας: Υποκείμενα προβλήματα και Προοπτικές για Άτομα με Ειδικές και Λεκτικές Ανάγκες

Ένα αρκετά σημαντικό ζήτημα της εποχής μας που χρήζει ιδιαίτερης διερεύνησης αποτελεί η αντιμετώπιση των ατόμων με ειδικές ανάγκες ΑΜΕΑ και πως η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) θα μπορέσει να συμβάλει σημαντικά προς την κατεύθυνσή αυτή. Υπάρχουν εφαρμογές AR που έχουν σχεδιαστεί ειδικά για την εκπαίδευση και τη βοήθεια ατόμων με ειδικές ανάγκες καθώς και για τη διευκόλυνση τους για την εκτέλεση διάφορων εργασιών της καθημερινότητας. Παραδείγματα περιλαμβάνουν εκπαιδευτικές εφαρμογές για παιδιά με αυτισμό που βασίζονται στην AR και εφαρμογές για άτομα με προβλήματα όρασης που χρησιμοποιούν την τεχνολογία AR για να διευκολύνουν την καθημερινή τους ζωή [143].

Ορισμένες εφαρμογές AR προσφέρουν λειτουργίες προσβασιμότητας που επιτρέπουν στα άτομα με ειδικές ανάγκες να προσαρμόσουν την εμπειρία τους. Για παράδειγμα, χρήστες με δυσκολίες όρασης μπορεί να χρησιμοποιούν λειτουργίες φωνητικών εντολών ή ανάγνωσης κειμένου. Η εξειδίκευση των εφαρμογών AR για τις ανάγκες ατόμων με ειδικές ανάγκες εξαρτάται από τον τύπο των αναγκών. Για παράδειγμα, εφαρμογές που βοηθούν στην προφορική εκπαίδευση ή που παρέχουν οδηγίες για καθημερινές δραστηριότητες μπορεί να είναι χρήσιμες για άτομα με διαταραχές επικοινωνίας.

Αξίζει στο σημείο αυτό να αναφερθεί ότι ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) εκτιμά ότι περίπου 285 εκατομμύρια άνθρωποι σε όλο τον κόσμο έχουν προβλήματα όρασης από τα οποία τα 30 εκατομμύρια είναι τυφλοί. Οι αριθμοί αυτοί κλιμακώνονται ραγδαία καθώς ο πληθυσμός γερνάει ενώ είναι μεγάλο το φάσμα από καθημερινές δραστηριότητες που απαιτούν πρόσβαση σε οπτικές πληροφορίες. Ορισμένα χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι η πλοήγηση και τα ταξίδια, η πρόσβαση σε πληροφορίες διάφορων εντύπων όπως χάρτες, έγγραφα κ.α. Παρά την ύπαρξη διαφόρων τεχνολογιών που αυξάνουν τον αριθμό των ατόμων που μπορούν να έχουν πρόσβαση στις παραπάνω πληροφορίες ωστόσο πολλές από τις καθημερινές δραστηριότητες είναι απρόσιτες για άτομα με προβλήματα όρασης.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα τεχνολογίας που έχει αναπτυχθεί ειδικά για να βοηθήσει ανθρώπους με χαμηλή όραση ή τύφλωση χρησιμοποιώντας το ανάλογο οπτικό και ακουστικό υλικό είναι δύο εργαλεία AR4VI που αναπτύχθηκαν στο Smith - Kettlewell. Το AR4VI είναι ένα ισχυρό εργαλείο με μεγάλες δυνατότητες στην αφαίρεση ή μείωση μιας σειράς από εμπόδια προσβασιμότητας. Στην ουσία η συγκεκριμένη τεχνολογία αποτελεί μια γενική προσέγγιση για τη σύζευξη της επισήμανσης μέσω

πληροφοριών σχολιασμού με μια χωρική τοποθεσία βελτιώνοντας την πρόσβαση σε πληροφορίες για άτομα με πρόβλημα στην όραση τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο περιβάλλον. Με την συνεχή αύξηση στη διαθεσιμότητα γεωγραφικών πόρων όπως το Open Street Map και το Google Places οι χρήστες της παραπάνω τεχνολογίας και του AR4VI με τη χρήση αισθητήρων έχουν τη δυνατότητα να επικαλύπτουν σημαντικές πληροφορίες σε σχέση με το περιβάλλον τους [149].

Γενικά θα λέγαμε ότι υπάρχουν πολλοί και διάφοροι τρόποι με τους οποίους μπορεί να επιτευχθεί προσβασιμότητα στις εφαρμογές ΕΠ για άτομα με ειδικές και λεκτικές ανάγκες διευκολύνοντας την καθημερινότητα τους σε πλήθος εργασιών και λειτουργιών. Ορισμένες από αυτές είναι:

Πειραματικές Εφαρμογές: Οι εφαρμογές ΕΠ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη πειραματικών λύσεων προσβασιμότητας. Παραδείγματα πειραματικών λύσεων περιλαμβάνουν τη χρήση προσθέτων όπως το Eye Tracking για άτομα με περιορισμένη κινητικότητα.

Προσαρμογή της Εφαρμογής: Οι εφαρμογές ΕΠ μπορούν να προσαρμοστούν ώστε να παρέχουν επιπλέον επιλογές προσβασιμότητας, όπως μεγέθυνση κειμένου, προφορικές οδηγίες ή ενσωματωμένα φωνητικά εργαλεία αναγνώρισης φωνής.

Κατάρτιση και Εκπαίδευση: Η κατάρτιση και η εκπαίδευση ΑΜΕΑ (άτομα με ειδικές ανάγκες) με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented Reality - AR) μπορεί να προσφέρει μια πληθώρα ευκαιριών για προσαρμοσμένη και αποτελεσματική εκπαίδευση. Οι εφαρμογές της AR μπορούν να βοηθήσουν στη βελτίωση της ανεξαρτησίας, της ανάπτυξης δεξιοτήτων και της κοινωνικής συνοχής για τα άτομα με αναπηρίες. Η AR μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη κινητικών δεξιοτήτων, όπως η φυσική θεραπεία και η εκπαίδευση της κινητικότητας για άτομα με αναπηρίες κινητικότητας. Υπάρχουν εκπαιδευτικές εφαρμογές AR που παρέχουν αλληλεπίδραση με εικονικά αντικείμενα και περιεχόμενο. Αυτές οι εφαρμογές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκμάθηση δεξιοτήτων όπως, ανάγνωση, γλώσσα με διασκεδαστικό τρόπο διευκολύνοντας το χρήστη.

Σχεδιασμός Περιεχομένου: Ο σχεδιασμός του περιεχομένου των εφαρμογών ΕΠ πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις αρχές της προσβασιμότητας, όπως η χρήση σαφούς και απλής γλώσσας, η διαχείριση του χρώματος για ανθρώπους με προβλήματα όρασης και η δυνατότητα πλοήγησης με το πληκτρολόγιο.

Συνεργασία με κοινότητες ΑΜΕΑ: Η συνεργασία με κοινότητες ΑΜΕΑ είναι σημαντική για να γίνεται συλλογή πληροφοριών και να βελτιώνεται η προσβασιμότητα των εφαρμογών ΕΠ με βάση τις πραγματικές ανάγκες των χρηστών

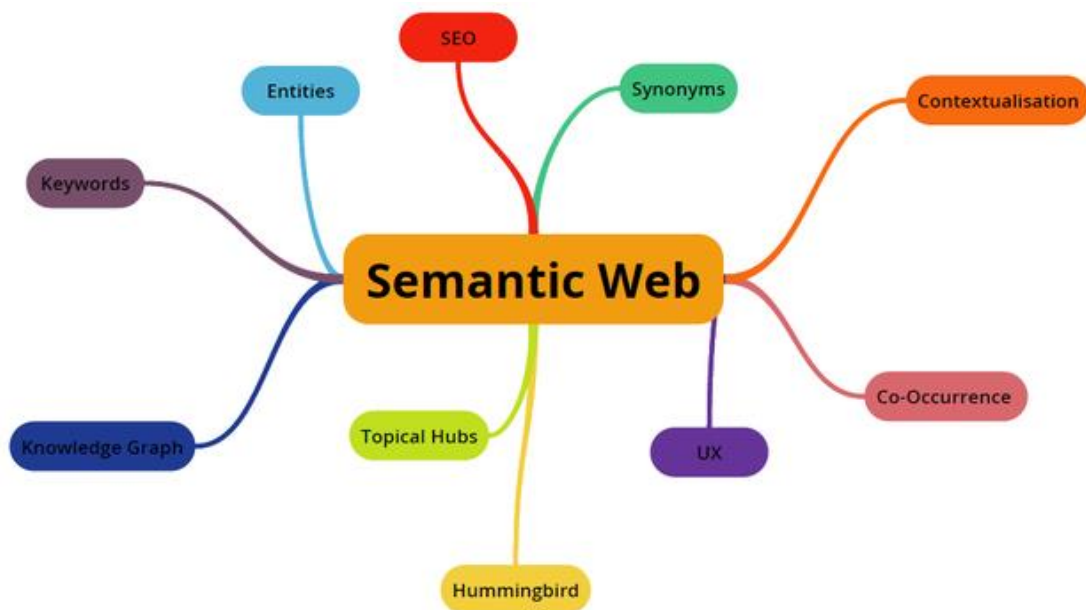
Τέλος, οι κατευθυντήριες γραμμές προσβασιμότητας για τις εφαρμογές ΕΠ πρέπει να αναπτύσσονται και να τηρούνται. Αυτές οι γραμμές προσβασιμότητας παρέχουν συγκεκριμένες οδηγίες για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη προσβάσιμων εφαρμογών ΕΠ και πρέπει να ενσωματώνονται στη διαδικασία ανάπτυξης των εφαρμογών.

Κεφάλαιο 3^ο : Σημασιολογικός Ιστός

3.1 Εισαγωγή

Ο όρος "σημασιολογικός ιστός" (Semantic Web) αναφέρεται σε ένα σύστημα που έχει σχεδιαστεί για την αναζήτηση, την πρόσβαση και την ανταλλαγή πληροφοριών στον παγκόσμιο ιστό (World Wide Web) με τρόπο που οι υπολογιστές και οι ανθρώπινοι χρήστες να μπορούν να κατανοούν τη σημασιολογία των δεδομένων. Ο σημασιολογικός ιστός έχει ως στόχο την ανάπτυξη ενός πιο έξυπνου και ευέλικτου ιστού, όπου οι πληροφορίες δεν είναι απλώς αποθηκευμένες σε σελίδες, αλλά είναι σημασιολογικά αναλυμένες και διασυνδεδεμένες.

Το Web 3.0 είναι μια έννοια που περιγράφει την εξέλιξη του διαδικτύου και της τεχνολογίας στον τομέα του διαδικτυακού περιεχομένου και των υπηρεσιών. Βασικός στόχος του Web 3.0 είναι η δημιουργία ενός διαδικτύου που θα λειτουργεί κυρίως για τους ανθρώπους και θα ανήκει σε αυτούς. Βασικό του χαρακτηριστικό είναι ο επανασχεδιασμός των υφιστάμενων υπηρεσιών και προϊόντων προς όφελος των ανθρώπων [143].



Εικόνα 19. Semantic Web, Πηγή: Semanticoverflow.com

Πιο συγκεκριμένα ο σημασιολογικός ιστός αναφέρεται σε ένα σύνολο τεχνολογιών και προτύπων που αναπτύχθηκαν για τη δημιουργία ενός Διαδικτύου όπου οι πληροφορίες είναι δομημένες με έναν τρόπο που επιτρέπει την καλύτερη κατανόηση και ανταλλαγή τους μεταξύ μηχανών και ανθρώπων. Στον σημασιολογικό ιστό, οι πληροφορίες περιλαμβάνουν σημασιολογικά στοιχεία, όπως σχέσεις, κατηγορίες και περιγραφές, πράγμα που διευκολύνει την αυτόματη επεξεργασία και ανάκτηση δεδομένων.

Οι όροι "Web 3.0" και "σημασιολογικός ιστός" δεν είναι ακριβώς το ίδιο, αλλά σχετίζονται με την εξέλιξη του Διαδικτύου και την τρόπο που οι άνθρωποι αλληλεπιδρούν με τις πληροφορίες στον ιστό.

Πιο συγκεκριμένα ο Σημασιολογικός Ιστός (Semantic Web) είναι ένα προηγμένο πρότυπο για την οργάνωση και την ανταλλαγή πληροφοριών στον παγκόσμιο ιστό. Πρόκειται για μια επέκταση του κλασικού Παγκόσμιου Ιστού (World Wide Web) που επιδιώκει να προσθέσει σημασιολογικό νόημα στις πληροφορίες που διακινούνται με τρόπο που επιτρέπει στις μηχανές και στους ανθρώπους να κατανοούν και να επεξεργάζονται αυτές τις πληροφορίες με πιο εξελιγμένο τρόπο [84].

Ο Σημασιολογικός Ιστός βασίζεται στην ιδέα της "σημασιολογικής αναπαράστασης" των δεδομένων, όπου κάθε πληροφορία διαθέτει σημασιολογικές ετικέτες (ή "ετικέτες RDF") που περιγράφουν το νόημά της. Αυτό δημιουργεί μια δομή που επιτρέπει στους υπολογιστές να συνδυάζουν, να επεξεργάζονται και να αναζητούν πληροφορίες με βάση τη σημασία τους, αντί να εξαρτώνται από απλές συμβολοσειρές κειμένου.

Οι βασικές τεχνολογίες του Σημασιολογικού Ιστού που αποτελούν και τη βάση λειτουργίας του συμπεριλαμβάνουν το RDF (Resource Description Framework) για την αναπαράσταση δεδομένων, την OWL (Web Ontology Language) για τον ορισμό σημασιολογικών σχέσεων, και τη SPARQL για τον ερωτηματολογικό έλεγχο των σημασιολογικών δεδομένων. Αυτές οι τεχνολογίες επιτρέπουν τη δημιουργία ενός διασυνδεδεμένου και εκτεταμένου διαδικτυακού χώρου όπου οι πληροφορίες μπορούν να αναζητηθούν και να συνδυαστούν με βάση τη σημασία τους.

3.2 Στόχος

Όπως αναφέραμε και στην εισαγωγή του κεφαλαίου Σημασιολογικός Ιστός είναι ένα σύνολο τεχνολογιών και προτύπων που έχουν σχεδιαστεί για να δώσουν νόημα στα δεδομένα στον παγκόσμιο ιστό (World Wide Web), προκειμένου να επιτρέψουν στους υπολογιστές να κατανοούν να εξάγουν και να επεξεργάζονται την πληροφορία με πιο γρήγορους και έξυπνους τρόπους προς όφελος διάφορων εργασιών.

Ο βασικός στόχος του σημασιολογικού ιστού είναι η δημιουργία ενός πλούσιου σημασιολογικού διαδικτύου όπου οι πληροφορίες θα είναι δομημένες και συσχετισμένες με τρόπο που οι υπολογιστές μπορούν να τις κατανοούν. Αυτό επιτρέπει την αυτόματη επεξεργασία και ανάκτηση πληροφοριών από τον υπολογιστή, καθιστώντας τον ιστό πιο ικανό να παρέχει πληροφορίες που είναι προσαρμοσμένες και σημαντικές για τους χρήστες.

Οι συγκεκριμένοι στόχοι του σημασιολογικού ιστού περιλαμβάνουν τη δημιουργία κοινών προτύπων για τον τρόπο περιγραφής των δεδομένων (όπως το RDF - Resource Description Framework), τη δημιουργία σημασιολογικών γλωσσών (όπως το OWL - Web Ontology Language) για τον ορισμό των σημασιολογικών σχέσεων μεταξύ των δεδομένων, και την ανάπτυξη εργαλείων και τεχνικών για την αξιοποίηση αυτών των δεδομένων. Στο τέλος, ο σκοπός είναι να δημιουργηθεί ένας ιστός που να είναι πλούσιος σε σημασιολογικές πληροφορίες, επιτρέποντας την αυτόματη ανάκτηση, ανάλυση και χρήση των δεδομένων από υπολογιστές και εφαρμογές.

Όσον αφορά τη διαλειτουργικότητα στο AR, οι συσκευές θα πρέπει να επικοινωνούν μεταξύ τους χωρίς προβλήματα παράγοντας ουσιαστικό αποτέλεσμα για τους χρήστες. Στο σημείο αυτό έρχεται ο σημασιολογικός ιστός για να δώσει λύση στο πρόβλημα ο οποίος έχει τη δυνατότητα να εμπλουτίσει σημαντικά το ψηφιακό περιεχόμενο που θα προβληθεί μέσω του χρήστη [2].

Οι Βασικοί στόχοι του Σημασιολογικού Ιστού περιλαμβάνουν:

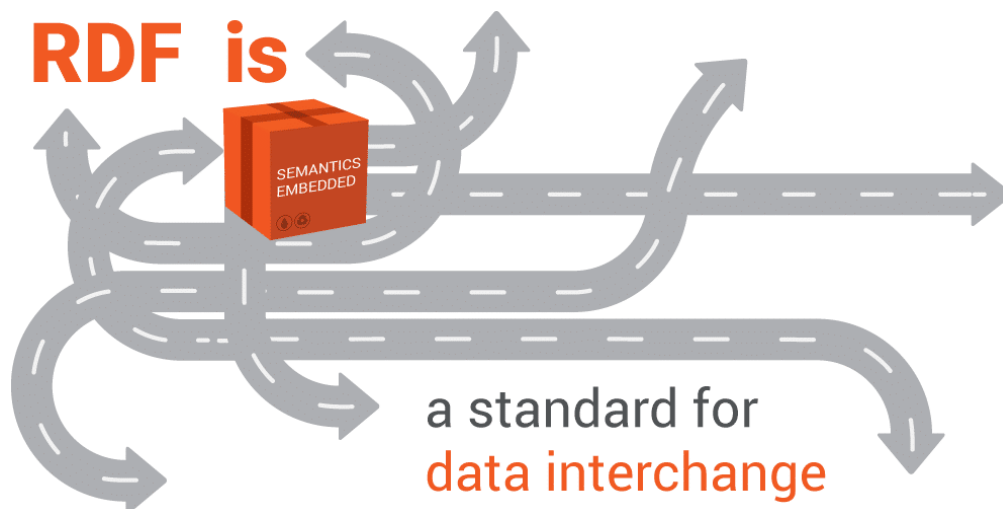
- 1. Καλύτερη Αναζήτηση:** Η δυνατότητα για μηχανές αναζήτησης να παρέχουν πιο ακριβείς και συναφείς αποτελέσματα αναζήτησης, καθώς κατανοούν το νόημα των ερωτημάτων των χρηστών.
- 2. Ενσωμάτωση Πληροφοριών:** Η δυνατότητα να ενσωματώνονται και να συνδυάζονται αυτόματα πληροφορίες από διάφορες πηγές, επιτρέποντας τη δημιουργία πλούσιων, ολοκληρωμένων πληροφοριακών υπηρεσιών.
- 3. Αυτοματοποίηση:** Η δυνατότητα αυτοματοποίησης της επεξεργασίας και της ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ υπολογιστών, επιτρέποντας τη δημιουργία έξυπνων εφαρμογών και υπηρεσιών.
- 4. Δημιουργία Γνώσης:** Η δυνατότητα να δημιουργούνται γνώση και συνεκτικές βάσεις δεδομένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αναλύσεις, αναφορές, και αποφάσεις.
- 5. Διασύνδεση Δεδομένων:** Η δυνατότητα συνδέσεων μεταξύ διαφορετικών πηγών δεδομένων, διευκολύνοντας την αναζήτηση και την ανταλλαγή πληροφοριών.

3.3 Τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού

Οι τεχνολογίες του σημασιολογικού ιστού περιλαμβάνουν μια σειρά προτύπων, γλωσσών, και εργαλείων που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία, τη διαμόρφωση, και την ανταλλαγή σημασιολογικών δεδομένων στον Παγκόσμιο Ιστό.

RDF (Resource Description Framework)

Το RDF είναι το βασικό πρότυπο για την αναπαράσταση των δεδομένων στον σημασιολογικό ιστό. Χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις σχέσεις μεταξύ των δεδομένων μέσω των τριάδων (subject-predicate-object).



Εικόνα 20. Τι είναι το RDF, Πηγή: Ontotex.com

OWL (Web Ontology Language)

Το OWL (Web Ontology Language) είναι μια γλώσσα που χρησιμοποιείται για τον ορισμό και την κατασκευή οντολογιών στο πλαίσιο του σημασιολογικού ιστού (Semantic Web). Οι οντολογίες στο

OWL επιτρέπουν την περιγραφή των σχέσεων και των ιεραρχιών μεταξύ των διαφορετικών όρων ή σημάνσεων σε ένα πεδίο γνώσης [62].

DC (Dublin Core)

Το Dublin Core (DC) αποτελεί ένα πολύ απλό πρότυπο κανόνων που χρησιμοποιεί 15 βασικά στοιχεία για την περιγραφή διάφορων ψηφιακών αντικειμένων ώστε να μπορέσει να τα καταστήσει εύκολα στον εντοπισμό τους και στην μετέπειτα ανάκτησή τους. Τα ψηφιακά αντικείμενα τα οποία συνήθως περιγράφει είναι βίντεο, ήχος εικόνες κείμενων ή ακόμα και διάφορα άλλα πολύπλοκα αντικείμενα όπως είναι οι ιστοσελίδες. Με αυτόν τον τρόπο οι μηχανές αναζήτησης είναι ικανές να κατανοήσουν τη φύση και το περιεχόμενο των παραπάνω στοιχείων.

Το συγκεκριμένο πρότυπο αποτελείται από δύο βασικά επίπεδα το Simple Dublin Core και το Qualified Dublin Core. Το πρώτο επίπεδο χρησιμοποιεί 15 στοιχεία όπως: Τίτλος, Συγγραφέας, Θέμα, Περιγραφή, Εκδότης κ.α. ενώ το δεύτερο επίπεδο χρησιμοποιεί τρία επιπλέον στοιχεία όπως: Audience, Provenance και Rights Holder

Η βασική υλοποίησή του βασίζεται στις γλώσσες XML και RDF και εξαιτίας της απλότητάς του έχει καταστεί και το πιο διαδεδομένο πρότυπο μεταδεδομένων [150].

SKOS (Simple Knowledge Organization System)

Το SKOS, που αντιστοιχεί στις λέξεις Simple Knowledge Organization System," είναι ακόμα ένα πρότυπο που χρησιμοποιείται για την οργάνωση και την αναπαράσταση των γνώσεων και των οργανωμένων θεμάτων ή οποιουδήποτε άλλου τύπου δομημένου ελεγχόμενου λεξιλογίου. Ανήκει και αυτό στην οικογένεια προτύπων του Semantic Web που βασίζονται σε RDF και RDFS και ο κύριος στόχος του είναι να επιτρέψει την εύκολη δημοσίευση και χρήση τέτοιων λεξιλογίων ως συνδεδεμένα δεδομένα. Συγκεκριμένα, το SKOS είναι ένα πρότυπο του World Wide Web Consortium (W3C) που επιτρέπει τη δημιουργία και την διαμοιρασμό οντολογιών γνώσεων και τη δημιουργία αρθρωτών λεξικών για την περιγραφή θεμάτων και εννοιών [140].

Σημασιολογικές Επεξεργασίας Γλώσσας (Natural Language Processing - NLP)

Η Σημασιολογική Επεξεργασία Γλώσσας (Natural Language Processing - NLP) αναφέρεται στον τομέα της τεχνολογίας που ασχολείται με τον υπολογιστικό χειρισμό της φυσικής ανθρώπινης γλώσσας από υπολογιστές και αλγορίθμους. Η NLP ασχολείται με τον τρόπο με τον οποίο οι υπολογιστές μπορούν να αναγνωρίσουν, κατανοήσουν και αλληλεπιδρούν με την ανθρώπινη γλώσσα σε μια ποικιλία εφαρμογών και περιβαλλόντων.

SPARQL (Protocol and RDF Query Language)

Το SPARQL (SPARQL Protocol and RDF Query Language) είναι μια γλώσσα ερωτημάτων και ένα πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται για την ανάκτηση και τον χειρισμό δεδομένων από γραφικές βάσεις δεδομένων που αποθηκεύουν πληροφορίες σε μορφή RDF (Resource Description Framework). Το RDF όπως αναφέρθηκε και παραπάνω είναι ένα πρότυπο μοντέλο δεδομένων που χρησιμοποιείται για την περιγραφή δικτυακών δεδομένων και των σχέσεων τους.

Το SPARQL επιτρέπει στους χρήστες να διατυπώνουν πολύπλοκα ερωτήματα για την ανάκτηση δεδομένων από τις γραφικές βάσεις δεδομένων που χρησιμοποιούν RDF. Στην ουσία το SPARQL μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την έρευνα σχέσεων, για τη δημιουργία ερωτημάτων που αναζητούν πληροφορίες πάνω σε συγκεκριμένα θέματα, καθώς και για την άντληση γνώσεων από τα RDF δεδομένα [131].

3.4 Τι είναι το Web 2.0

Ο όρος Web 2.0 (Ιστός 2.0), χρησιμοποιείται κυρίως για να περιγράψει μια γενιά του Παγκόσμιου Ιστού (Διαδικτύου ή Internet), βασικό χαρακτηριστικό της οποίας είναι οι περισσότερες και μεγαλύτερες δυνατότητες των χρηστών να μοιράζονται πληροφορίες και να συνεργάζονται μεταξύ τους online. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της γενιάς αυτής είναι ότι οι χρήστες έχουν την δυνατότητα να αλληλοεπιδρούν χωρίς να έχουν εξειδικευμένες γνώσεις.

Η φράση Web 2.0 πρωτοεμφανίστηκε το 2004 σε ένα συνέδριο μεταξύ των O Reilly Media και της Media Live International όπου προτάθηκε πλήθος ιδεών για την αναβάθμιση και βελτίωση του παγκόσμιου ιστού.

Τα βασικότερα χαρακτηριστικά του Web 2.0 είναι:

Συμμετοχικό Περιεχόμενο: Οι χρήστες πλέον έχουν τη δυνατότητα να δημιουργούν, να επεξεργάζονται και να μοιράζονται περιεχόμενο (όπως κείμενα, φωτογραφίες, βίντεο) με άλλους χρήστες μέσω διαδικτυακών πλατφορμών και εφαρμογών.

Κοινωνικά Δίκτυα: Η δημιουργία και η συντήρηση προσωπικών προφίλ και το δίκτυο με άλλους χρήστες έγινε ευρέως διαδεδομένη μέσω κοινωνικών δικτύων όπως το Facebook, το Twitter και το LinkedIn.

Συνεργασία: Οι χρήστες μπορούν να συνεργάζονται σε πραγματικό χρόνο, δημιουργώντας περιεχόμενο και εργαλεία που επιτρέπουν τη συνεργασία με άλλους χρήστες δημιουργώντας ακόμα και κοινότητες.

Διαδικτυακές Εφαρμογές: Οι διαδικτυακές εφαρμογές (web applications) έγιναν πιο δημοφιλείς και ισχυρές, επιτρέποντας στους χρήστες να εκτελούν πολλές διαφορετικές εργασίες απευθείας από τον περιηγητή τους.

Σημασιολογία: Έγιναν σημαντικά βήματα προς τη βελτίωση της ανταλλαγής και της κατανόησης των πληροφοριών μέσω της προσθήκης σημασιολογικού πλαισίου στα δεδομένα.

Συνολικά, το Web 2.0 αντιπροσωπεύει μια μετάβαση σε μια πιο δυναμική και διαδραστική εμπειρία χρήστη στο Διαδίκτυο, όπου οι χρήστες δεν είναι απλά παρατηρητές, αλλά συμμετέχουν ενεργά στη δημιουργία, την κοινοποίηση και την ανταλλαγή περιεχομένου.

Συμπερασματικά θα λέγαμε ότι Το Web 2.0 αναφέρεται στο ίδιο το δίκτυο ως πλατφόρμα και περιλαμβάνει όλες τις συσκευές που είναι συνδεδεμένες στο διαδίκτυο. Οι εφαρμογές Web 2.0 είναι αυτές που αξιοποιούν στο έπακρο τα εγγενή πλεονεκτήματα αυτής της πλατφόρμας. Αυτά τα πλεονεκτήματα περιλαμβάνουν: παροχή λογισμικού ως συνεχώς ενημερωμένης υπηρεσίας που γίνεται καλύτερη όσο περισσότεροι άνθρωποι τη χρησιμοποιούν, κατανάλωση και αναμετάδοση δεδομένων από πολλαπλές πηγές, συμπεριλαμβανομένων μεμονωμένων χρηστών, παροχή των δικών τους δεδομένων και υπηρεσιών σε μορφή που επιτρέπει την αναμετάδοση από άλλους, δημιουργία δικτυακών αποτελεσμάτων μέσω μιας "αρχιτεκτονικής της συμμετοχής" και υπέρβαση της μεταφοράς της σελίδας του Web 1.0 για την αποκέντρωση των πληροφοριών. Οι εφαρμογές Web 2.0 είναι σε θέση να κάνουν όλα αυτά τα πράγματα

Επομένως, ο συμμετοχικός ιστός είναι αυτό που πραγματικά εννοούμε όταν μιλάμε για τον Σημασιολογικό Ιστό. Στις μέρες μας, ο συμμετοχικός ιστός περιλαμβάνει "κλασικά" όπως το YouTube,

το MySpace, το eBay, το SecondLife, το Blogger, το RapidShare, το Facebook και ούτω καθεξής. Απλά εξετάστε τους είκοσι πιο δημοφιλείς ιστότοπους που αναφέρονται στην Alexa (www.alexa.com). Το ερώτημα τώρα είναι, πώς διαφέρει ο Σημασιολογικός Ιστός από το Web 2.0. Ένας τρόπος για να δώσουμε μια απάντηση σε αυτό το ερώτημα είναι να διερευνήσουμε τους παράγοντες που συμβάλλουν στη δημοτικότητα των εφαρμογών του Ιστού 2.0.

Τέλος θα λέγαμε ότι ο όρος "Web 2.0" υπογραμμίζει τη μετάβαση από ένα στατικό, αναγνωριστικό (read-only) προς ένα δυναμικό, συμμετοχικό (read-write) περιβάλλον, όπου οι χρήστες διαδραματίζουν ενεργό ρόλο στη δημιουργία και τον διαμοιρασμό περιεχομένου. Αυτή η εξέλιξη στον τρόπο μας να χρησιμοποιούμε το Διαδίκτυο έχει οδηγήσει σε πληθώρα νέων υπηρεσιών και εφαρμογών που βασίζονται στη συνεργασία και την αλληλεπίδραση των χρηστών [132].

3.5 Web 2.0 vs. Σημασιολογικός Ιστός:

Το Web 2.0 και ο Σημασιολογικός Ιστός (Semantic Web) θα μπορούσε να ειπωθεί ότι αποτελούν δύο διαφορετικές τεχνολογίες και προοπτικές στον κόσμο του Παγκόσμιου Ιστού, κάθε μία από τις οποίες έχει τα δικά της χαρακτηριστικά και στόχους.

Web 2.0:

- Επικεντρώνεται στην αλληλεπίδραση και τη συμμετοχή των χρηστών. Οι χρήστες δημιουργούν περιεχόμενο, συνδέονται με άλλους χρήστες και αλληλεπιδρούν σε κοινωνικά δίκτυα, ιστολογίες, και κοινότητες σε απευθείας σύνδεση.
- Ο στόχος είναι η δημιουργία ενός πλουραλιστικού περιβάλλοντος όπου οι χρήστες μπορούν να εκφραστούν και να συνεργαστούν.
- Δεν χρησιμοποιεί έντονα τη σημασιολογία και τον μηχανισμό εξαγωγής νοήματος από τα δεδομένα.

Σημασιολογικός Ιστός (Semantic Web):

- Στοχεύει στην ανάδειξη του νοήματος και της σημασίας των δεδομένων στον Παγκόσμιο Ιστό. Αυτό σημαίνει ότι οι πληροφορίες συνοδεύονται από πληροφορίες σχετικά με το νόημα τους.
- Χρησιμοποιεί συγκεκριμένες τεχνολογίες και πρότυπα όπως το RDF (Resource Description Framework) και το OWL (Web Ontology Language) για να μπορέσει να δομήσει τα δεδομένα και να δώσει νόημα σε αυτά ώστε να μπορέσουν οι χρήστες να τα εξάγουν και να τα επεξεργαστούν.
- Στοχεύει στη δημιουργία ενός ιστού όπου οι μηχανές αναζήτησης μπορούν να κατανοούν τις πληροφορίες και να προσφέρουν πιο ακριβείς απαντήσεις.

Εν κατακλείδι, ο Σημασιολογικός Ιστός και το Web 2.0 συνεισφέρουν στην ευρύτερη έννοια της infosphere, καθιστώντας την πληροφορία πιο προσβάσιμη και κατανοητή, ενώ ταυτόχρονα διευκολύνουν τη συμμετοχή και την αλληλεπίδραση μεταξύ των χρηστών.

Κεφάλαιο 4^ο : Μεθοδολογία

4.1 Σχέδιο Έρευνας

Αιτιολόγηση, Στόχοι και Ερευνητικά Ερωτήματα

Προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι ανάγκες , όπως η βελτίωση της αλληλεπίδρασης με τον χρήστη, η βελτίωση της πρόσβασης σε πληροφορίες , η ενίσχυση της αποτελεσματικότητας των διαδικασιών, η ενίσχυση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, η εξοικονόμηση χρόνου και πόρων, η ολοκλήρωση διαφορετικών τεχνολογιών με τη διαχείριση δεδομένων και των απαιτήσεων ασφάλειας. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα σε συνδυασμό με το Σημαιολογικό Ιστό μπορεί να αντιμετωπίσει τέτοιου είδους ανάγκες . Παρότι έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές έρευνες που εξετάζουν την χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας, εξετάζουμε αυτές που εστιάζουν στον συνδυασμό με Σημαιολογικό Ιστό. Συνεπώς, στόχος αυτής της μελέτης είναι να πραγματοποιήσει μια συστηματική ανασκόπηση συνδυάζοντας την Επαυξημένη Πραγματικότητα με Σημαιολογικό Ιστό μέσα από εκτενή μελέτη και ανάλυση υπαρχουσών πληροφοριών.

Για την καθοδήγηση της έρευνας συγκεντρώθηκαν τα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα ώστε με τη συγκέντρωση των αντίστοιχων δεδομένων να μπορέσουν στη συνέχεια να απαντηθούν:

- EE1: Ποια είναι τα βασικά οφέλη της συνδυασμένης χρήσης των τεχνολογιών;
- EE2: Ποια είναι τα κύρια μειονεκτήματα και προκλήσεις που συναντώνται με τη συνδυασμένη χρήση αυτών των τεχνολογιών;
- EE3: Σε ποιες χώρες έχουν πραγματοποιηθεί κυρίως έρευνες και πειράματα;
- EE4: Ποιες συσκευές και μεθοδολογίες χρησιμοποιούνται κυρίως για τη διεξαγωγή πειραμάτων;
- EE5: Ποια είναι τα κύρια εργαλεία, τύποι AR και λειτουργικά συστήματα ανάπτυξης που χρησιμοποιούνται ;
- EE6: Ποιος είναι ο κύριος τομέας δημιουργίας εφαρμογών και ποιο δείγμα έχει χρησιμοποιηθεί κυρίως στα πειράματα της έρευνας της βιβλιογραφίας;

Προκειμένου να απαντηθούν τα προαναφερθέντα ερευνητικά ερωτήματα και να εκπληρωθούν οι στόχοι της εργασίας, πραγματοποιείται συστηματική ανασκόπηση ακολουθώντας τις αρχές του πρωτοκόλλου PRISMA.

4.2 Διαδικασία Συστηματικής και Κριτικής Ανασκόπησης

Η επιλογή των δημοσιεύσεων έχει πραγματοποιηθεί με τη χρήση του διαγράμματος ροής PRISMA, το οποίο απεικονίζει τη σταδιακή διαδικασία καθορισμού συγκεκριμένων και αυστηρών κριτηρίων ένταξης και αποκλεισμού μελετών στη συστηματική ανασκόπηση (Prisma, 2022).

Η βιβλιογραφία αναζητήθηκε με βάση τις πιο πρόσφατες δημοσιεύσεις που πραγματεύονται την έννοια της Επαυξημένης Πραγματικότητας και του Σημαιολογικού Ιστού. Το κατώτερο χρονικό όριο δημοσίευσης είναι το 2015 και το ανώτερο το έτος 2023. Η ερευνητική διαδικασία επικεντρώθηκε σε άρθρα επιστημονικών περιοδικών, συνέδρια και κεφάλαια βιβλίων. Οι επιστημονικές βάσεις δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι βάσεις συγγραμμάτων Science Direct, IEEE και Google Scholar. Οι δύο πρώτες βάσεις δεδομένων επιλέχθηκαν γιατί επικεντρώνονται σε θέματα τεχνολογίας, ενώ η βάση

Google Scholar για να πραγματοποιηθεί συμπερίληψη επιπλέον δημοσιεύσεων και να ελαχιστοποιηθούν οι πιθανότητες παραλείψεων.

<i>Ημερομηνίες</i>	<i>Πλήθος</i>	<i>Ποσοστό</i>
2015	11	9,65%
2016	6	5,26%
2017	14	12,28%
2018	9	7,89%
2019	8	7,02%
2020	22	19,30%
2021	12	10,53%
2022	20	17,54%
2023	12	10,53%
<i>ΣΥΝΟΛΟ</i>	<i>114</i>	<i>100,00%</i>

Πίνακας 4.2.1 Πλήθος εγγραφών ανά έτος και ποσοστά τους

Ο αριθμός των άρθρων που εξετάστηκαν κάθε έτος, καθώς και τα ποσοστά τους επί του συνολικού αριθμού των 114 άρθρων που εξετάστηκαν από το 2015 έως το 2023. Αναλυτικά:

- **2015:** 11 άρθρα, που αντιστοιχούν στο 9,65% του συνόλου
- **2016:** 6 άρθρα, που αντιστοιχούν στο 5,26% του συνόλου
- **2017:** 14 άρθρα, που αντιστοιχούν στο 12,28% του συνόλου
- **2018:** 9 άρθρα, που αντιστοιχούν στο 7,89% του συνόλου
- **2019:** 8 άρθρα, που αντιστοιχούν στο 7,02% του συνόλου
- **2020:** 22 άρθρα, που αντιστοιχούν στο 19,30% του συνόλου
- **2021:** 12 άρθρα, που αντιστοιχούν στο 10,53% του συνόλου
- **2022:** 20 άρθρα, που αντιστοιχούν στο 17,54% του συνόλου
- **2023:** 12 άρθρα, που αντιστοιχούν στο 10,53% του συνόλου

Συνολικά εξετάστηκαν 114 άρθρα, αντιπροσωπεύοντας το 100% του δείγματος.



Διάγραμμα 1. Πλήθος εγγραφών ανά έτος

Από τα άρθρα που δημοσιεύτηκαν στο διάστημα 2015 με 2023, 11 δημοσιεύτηκαν το 2015 (9,65%), 6 δημοσιεύτηκαν το 2016 (5,26%), 14 δημοσιεύτηκαν το 2017 (12,28%), 9 δημοσιεύτηκαν το 2018 (7,89%), 8 δημοσιεύτηκαν το 2019 (7,02%), 22 δημοσιεύτηκαν το 2020 (19,30%), 12 δημοσιεύτηκαν το 2021 (10,53%), 20 δημοσιεύτηκαν το 2022 (17,54 %) και 12 δημοσιεύτηκαν το 2023(10,53%). Η συνολική κατανομή των εγγράφων ανά έτος, παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.2.1 με τα αντίστοιχα διαγράμματα .



Διάγραμμα 2 Πλήθος εγγραφών ανά έτος, ποσοστά

Για τις ανάγκες της έρευνας οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διαδικασία αναζήτησης στις διάφορες βάσεις δεδομένων ήταν οι όροι «Augmented Reality» και «Semantic Web» σε συνδυασμό με τους λογικούς τελεστές AND και «*», με σκοπό να γίνουν πιο συγκεκριμένα τα αποτελέσματα. Αποτελεί αξιοσημείωτο γεγονός ότι η αναζήτηση μέσω της βάσης Google Scholar έφερε λίγα αποτελέσματα που είχαν μικρή συσχέτιση με τους όρους αναζήτησης που χρησιμοποιήθηκαν.

Τα κριτήρια ένταξης που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση είναι:

- Δημοσιεύσεις που πραγματεύονται θέματα της επαυξημένης πραγματικότητας σε συνδυασμό με τον σημασιολογικό ιστό.
- Οι δημοσιεύσεις να βρίσκονται στο χρονικό όριο 2015-2023
- Η γλώσσα γραφής τους να είναι η αγγλική
- Να έχει πραγματοποιηθεί άντληση από επιστημονικά περιοδικά, από πρακτικά συνεδρίων και κεφάλαια βιβλίων

Τα κριτήρια αποκλεισμού των μελετών είναι:

- Η δημοσίευση τους να έχει πραγματοποιηθεί πριν το 2015
- Να μην είναι γραμμένες στην αγγλική γλώσσα
- Να είναι δευτερογενείς μελέτες

Για την αναζήτηση των άρθρων στις βάσεις δεδομένων συντάχθηκε ο παρακάτω πίνακας με τις συναρτήσεις αναζήτησης

A/A	Βάση Δεδομένων	Συνάρτηση Αναζήτησης
1	Ieee Explorer	"Augment reality" AND "semantic web" 2015-2023
2	Scopus	"Augment reality" AND "semantic web" 2015-2023
3	SienceDirect	"Augment reality" AND "semantic web" 2015-2023
4	Google Scholar	"Augment reality" AND "semantic web" 2015-2023
5	Api Python	"Augment reality" AND "semantic web" 2015-2023

Πίνακας 4.2.3 Συναρτήσεις αναζήτησης

- **Αναζήτηση στη βάση δεδομένων IEEEEXPLORE**

Search Term
Augmented Reality in Abstract ?

AND ▼ Search Term
Semantic Web in Abstract ↑ ×

AND ▼ Search Term in All Metadata ↑ × +

Publication Year

Documents Added Between: 08/23/2023 and 08/30/2023

Specify Year Range

1884 2015

From To

2015 2022

Εικόνα 21. Κριτήρια αναζήτησης στο IEEEEXPLORE

IEEE.org | IEEE Xplore | IEEE SA | IEEE Spectrum | More Sites Cart Create Account Personal Sign In

IEEE Xplore® Browse ▼ My Settings ▼ Help ▼ Access provided by International Hellenic University Sign Out

Search ADVANCED SEARCH

Search within results Download PDFs Items Per Page ▼ Export Set Search Alerts Search History

Showing 1-13 of 13 results for ("Abstract":Augmented Reality) AND ("Abstract":Semantic Web) ×

▼ Filters Applied: 2015 - 2022 ×

Conferences (10) Journals (2) Books (1)

Show Select All on Page Sort By Relevance ▼

- All Results
- Subscribed Content ?
- Open Access Only

Year ▼

Single Year Range

2015 2022

The Semantic Web3d Towards Comprehensive Representation of 3d Content on the Semantic Web 🔒

Jakub Flotyński; Don Brutzman; Felix G. Hamza-Lup; Athanasios Malamos; Nicholas Polys; Leslie F. Sikos; Krzysztof Walczak

2019 International Conference on 3D Immersion (IC3D)

Year: 2019 | Conference Paper | Publisher: IEEE

Cited by: Papers (6)

▶ Abstract [HTML](#) [PDF](#) [CC](#)

Attention Authors:

Your Institution Has an IEEE Open Access Publishing Agreement

- Simplifies the Publishing Process
- Manages Costs for Authors
- Pays for APC Fees in Advance

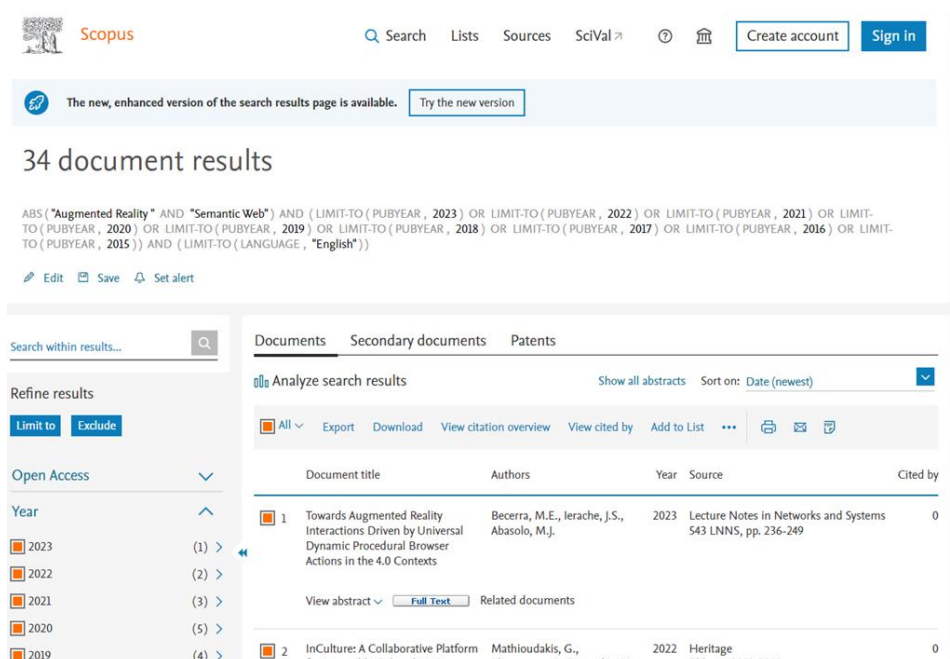
[Submit a Paper!](#)

Εικόνα 22. Αποτελέσματα αναζήτησης στο IEEEEXPLORE

- **Αναζήτηση στη βάση δεδομένων SCOPUS**



Εικόνα 23. Κριτήρια αναζήτησης στο SCOPUS



Εικόνα 24. Αποτελέσματα αναζήτησης στο SCOPUS

• Αναζήτηση στη βάση δεδομένων Science Direct

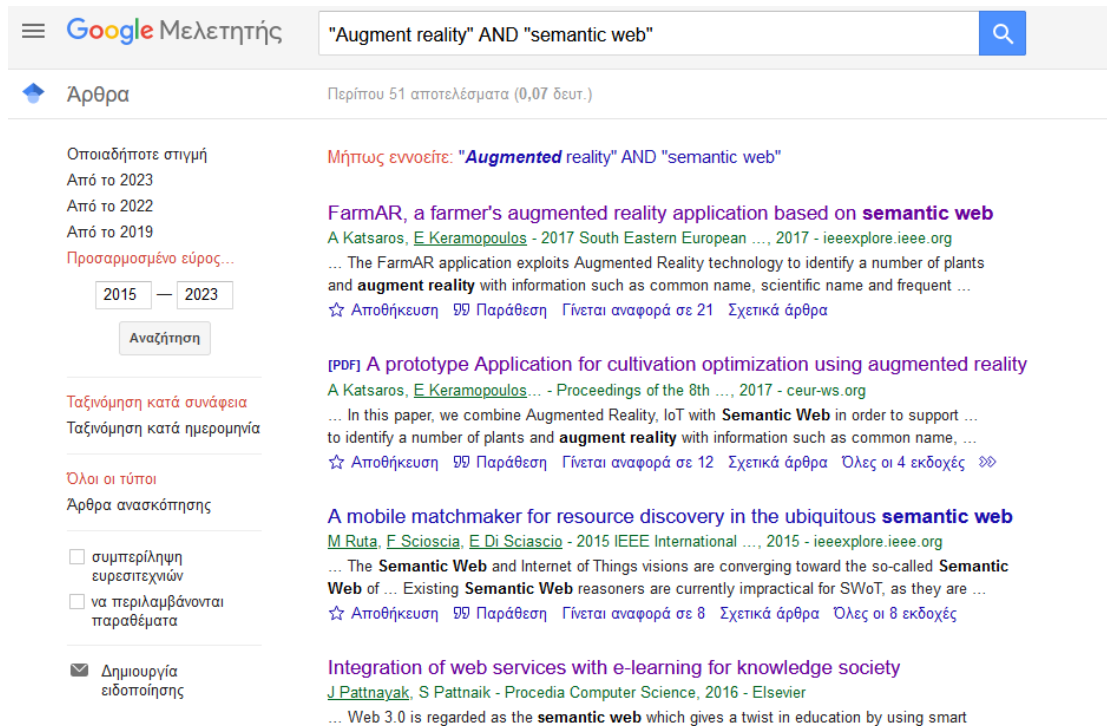
The screenshot shows the ScienceDirect search interface. At the top left is the ScienceDirect logo. On the right, there are links for 'Journals & Books', a help icon, and buttons for 'Register' and 'Sign in'. The search bar contains the query '"Augment reality" AND "semantic web"'. Below the search bar, it indicates 'Year: 2015-2023' and 'Advanced search'. The results section shows '159 results' and 'sorted by relevance | date'. Two research articles are listed: 'Enhancing the functionality of augmented reality using deep learning, semantic web and knowledge graphs: A review' by Georgios Lampropoulos, Euclid Keramopoulos, and Konstantinos Diamantaras; and 'Large-scale distributed semantic augmented reality services – A performance evaluation' by Dariusz Rumiński and Krzysztof Wolczak. A 'Sign in' button is also visible.

Εικόνα 25. Κριτήρια αναζήτησης στο ScienceDirect

This screenshot shows the same ScienceDirect search interface but with different search criteria. The search bar now contains '"Augment reality" and "semantic web"'. The year filter is set to '2015-2022'. The results section shows '224 results'. The 'Refine by' section on the left includes 'Years' (2022: 38, 2021: 33, 2020: 35) and 'Article type' (Review articles: 35, Research articles: 140). The same two research articles are listed as in the previous screenshot.

Εικόνα 26. Αποτελέσματα αναζήτησης στο ScienceDirect

- Αναζήτηση στη βάση δεδομένων scholar



The screenshot shows a Google Scholar search interface. The search bar contains the query "Augment reality" AND "semantic web". The results page shows several articles, including "FarmAR, a farmer's augmented reality application based on semantic web" by A Katsaros and E Keramopoulos (2017), "A prototype Application for cultivation optimization using augmented reality" by A Katsaros and E Keramopoulos (2017), "A mobile matchmaker for resource discovery in the ubiquitous semantic web" by M Ruta, F Scioscia, and E Di Sciascio (2015), and "Integration of web services with e-learning for knowledge society" by J Pattanayak and S Pattanik (2016). The interface includes filters for date range (2015-2023) and document type (All types).

Εικόνα 27. Αποτελέσματα αναζήτησης στο ScienceDirect

Για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων σε αρχείο excel συντάχθηκε ο παρακάτω κώδικας σε python.

```
import os
import pandas as pd
import requests
from scholarly import scholarly
import time

# Αναζήτηση για άρθρα
search_query = scholarly.search_pubs('semantic web augmented reality')

# Λίστα για την αποθήκευση των δεδομένων
data = []

# Φάκελος για την αποθήκευση των αρχείων PDF
folder_path = 'C:\\Users\\gkaratzias\\Desktop\\15' # Αντικαταστήστε τη
διαδρομή με τον επιθυμητό φάκελο
os.makedirs(folder_path, exist_ok=True)

# Λήψη των δεδομένων και των αρχείων PDF
for i, result in enumerate(search_query):
    if i >= 100:
        break
    title = result.bib.get('title', '')
    authors = result.bib.get('author', '')
    abstract = result.bib.get('abstract', '')
```

```

year = result.bib.get('year', '')

# Έλεγχος για τη φράση "semantic web" και "augmented reality" στην
περίληψη
if 'semantic web' in abstract.lower() and 'augmented reality' in
abstract.lower():
    has_keywords = 'Yes'
else:
    has_keywords = 'No'

# Έλεγχος για το έτος
if year and year.isdigit() and int(year) >= 2015 and int(year) <= 2023:
    data.append([i+1, title, authors, abstract, year, has_keywords])

if 'pdf_url' in result.__dict__.keys():
    pdf_url = result.pdf_url
    response = requests.get(pdf_url)
    response.raise_for_status()
    # Κατεβάστε το αρχείο PDF στον επιθυμητό φάκελο
    file_path = os.path.join(folder_path, f'{i+1}.pdf')
    with open(file_path, 'wb') as file:
        file.write(response.content)

if i % 150 == 149:
    print(f"Έχουν ληφθεί {i+1} δεδομένα. Αναμονή 2 λεπτά...")
    time.sleep(120)

# Δημιουργία DataFrame από τα δεδομένα
columns = ['A/A', 'Τίτλος Άρθρου', 'Συγγραφείς', 'Περίληψη', 'Έτος',
'Περιλαμβάνει Λέξεις-Κλειδιά']
df = pd.DataFrame(data, columns=columns)

# Αποθήκευση του DataFrame σε ένα αρχείο Excel
output_path = 'C:\\Users\\gkaratzias\\Desktop\\15\\results_continued.xlsx' #
Αντικαταστήστε τη διαδρομή με τον επιθυμητό φάκελο και το όνομα του αρχείου
df.to_excel(output_path, index=False)
print("Το αρχείο Excel με τις παραπομπές, τα αρχεία PDF και την πληροφορία για
τα λέξεις-κλειδιά καταχωρήθηκε επιτυχώς.")

```

Οι βασικές λειτουργίες του παραπάνω προγράμματος για την αναζήτηση δεδομένων είναι:

- **Αναζήτηση Επιστημονικών Δημοσιεύσεων:** Το πρόγραμμα χρησιμοποιεί τη βιβλιοθήκη scholarly για να αναζητήσει επιστημονικές δημοσιεύσεις που σχετίζονται με το θέμα "semantic web και augmented reality".
- **Αποθήκευση Δεδομένων:** Τα δεδομένα για τις επιστημονικές δημοσιεύσεις που πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια (όπως περίληψη που περιέχει τόσο τις λέξεις "semantic web" όσο και

"augmented reality" και έτος δημοσίευσης μεταξύ 2015 και 2023) αποθηκεύονται σε μια λίστα με τα στοιχεία τους.

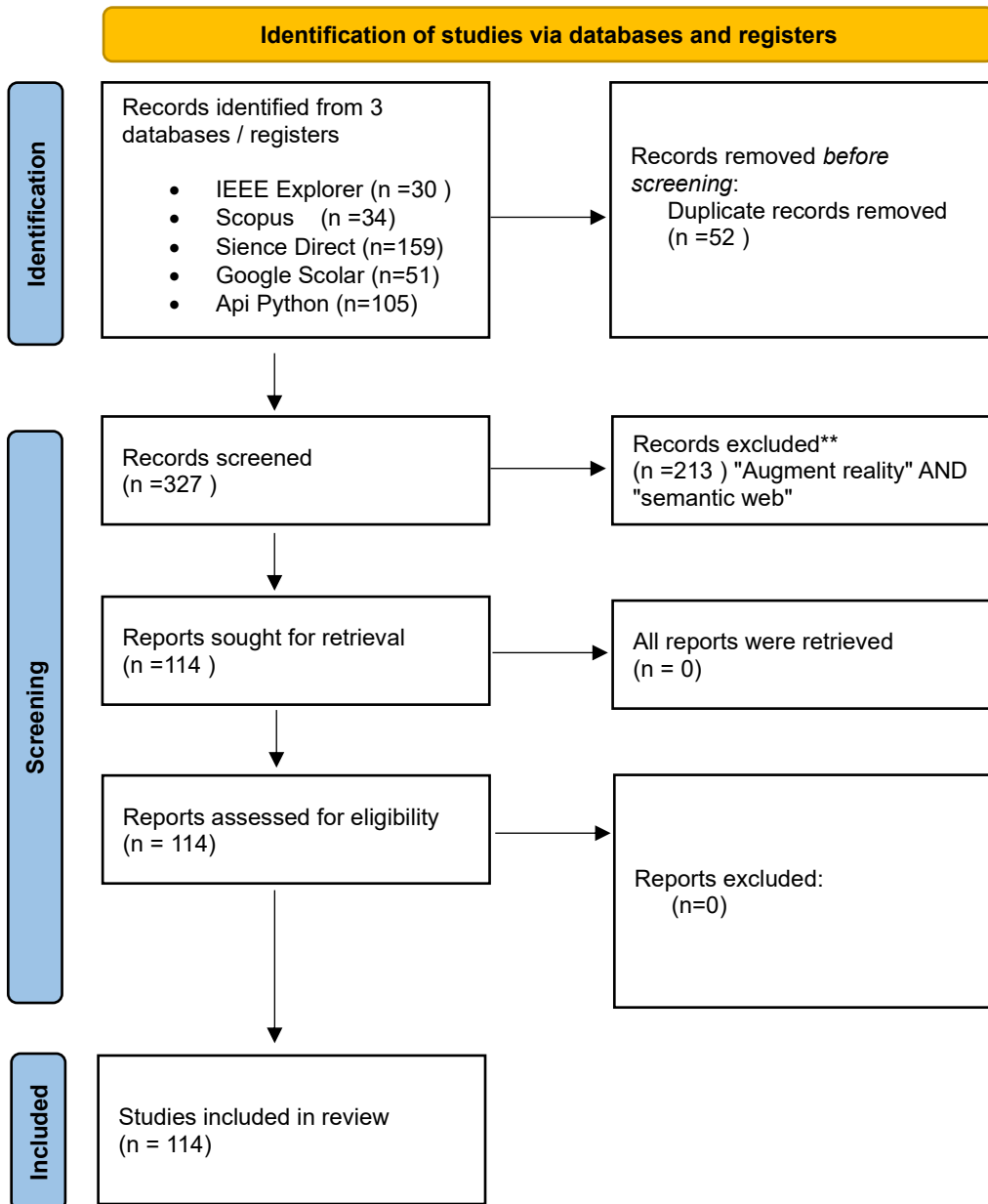
- **Λήψη Αρχείων PDF:** Αν υπάρχει διαθέσιμο URL για το αντίστοιχο PDF της επιστημονικής δημοσίευσης, το πρόγραμμα κάνει λήψη το PDF αρχείο και το αποθηκεύει σε έναν καθορισμένο φάκελο στον υπολογιστή.
- **Καθυστέρηση:** Το πρόγραμμα περιλαμβάνει μια καθυστέρηση κάθε 150 επιστημονικών δημοσιεύσεων, ώστε να μην υπερφορτώσει τον διακομιστή με αιτήσεις.
- **Δημιουργία Πίνακα Δεδομένων:** Τα δεδομένα που συλλέγονται από τις επιστημονικές δημοσιεύσεις αποθηκεύονται σε έναν πίνακα δεδομένων (DataFrame) χρησιμοποιώντας τη βιβλιοθήκη pandas.
- **Αποθήκευση σε Αρχείο Excel:** Το πρόγραμμα αποθηκεύει τον πίνακα δεδομένων σε ένα αρχείο Excel, που περιλαμβάνει πληροφορίες για τις επιστημονικές δημοσιεύσεις, τα αρχεία PDF και πληροφορίες σχετικά με τις λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιούνται στην περίληψη τους.

Μέθοδος & Ανάλυση Prisma

Στις παραπάνω εικόνες περιγράφεται η διαδικασία επιλογής των άρθρων. Η διαδικασία βασίστηκε στο πρωτόκολλο Prisma. Η μεθοδολογία έχει ως εξής. Αρχικά ανατρέξαμε στις βάσεις δεδομένων :

- IEEE Explorer (n =30)
- Scopus (n =34)
- Science Direct (n=159)
- Google Scholar (n=51)

και σε ένα πρόγραμμα της python βασισμένο στη μέθοδο API. Στη συνέχεια από τα 379 άρθρα και έρευνες που προέκυψαν αφαιρέσαμε τα διπλότυπα τα οποία ήταν κοντά στα 52 με αποτέλεσμα να μας απομείνουν 327 για τη συνέχεια της έρευνας. Στην συνέχεια της έρευνας θέλοντας να εξειδικεύσουμε ακόμα περισσότερο το ερώτημα μας εντοπίσαμε εκείνα τα άρθρα που αναφέρονται στην επαυξημένη πραγματικότητα AR σε συνδυασμό με το σημασιολογικό ιστό (Semantic Web) και το ερώτημα που χρησιμοποιήσαμε είναι: "Augment reality" AND "semantic web". Με αυτόν τον τρόπο αποκλείσαμε 213 ακόμα έρευνες που δεν αναφέρονταν στον συνδυασμό των παραπάνω εννοιών για να καταλήξουμε σε 114 έρευνες. Από τις 114 αυτές έρευνες τις χρησιμοποιήσαμε όλες αφού δεν συντρέχαν παραπάνω λόγοι για να αποκλείσουμε και άλλες.



A/A	Χώρα	Δείγμα	Πεδίο έρευνας	Πεδίο Εφαρμογής	Στόχοι
[1]	ΗΠΑ ,Κίνα, Γερμανία	Τεχνολογία AR για την αντιμετώπιση καταστροφών.	Εφαρμογή τεχνολογίας AR χρησιμοποιώντας το Web 3.0 στην αντιμετώπιση καταστροφών.	Ανάπτυξη εφαρμογών	Εφαρμογή τεχνολογίας AR με το Web 3.0 στην αντιμετώπιση καταστροφών.
[2]	ΗΠΑ	N/A	Σημαιολογική κατανόηση για συσκευές και εφαρμογές AR.	Ανάπτυξη εφαρμογών	Δημιουργία συστήματος χρησιμοποιώντας μοντέλο σημαιολογικής κατάτμησης.
[3]	Κορέα	Η έρευνα επικεντρώνεται στη σημαιολογική επικοινωνία για υπηρεσίες που βασίζονται σε AR.	Εστίαση στη Σημαιολογική Επικοινωνία για υπηρεσίες που βασίζονται σε AR σε ασύρματα δίκτυα	Ανάπτυξη εφαρμογών	Να κατανοήσουμε πώς οι τεχνολογίες Web 3.0 ενισχύουν τις εκπαιδευτικές ρυθμίσεις.
[4]	Κίνα	Η έρευνα επικεντρώνεται στις τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας και εικονικής πραγματικότητας.	Εστίαση στον αντίκτυπο της επαυξημένης πραγματικότητας στην αλληλεπίδραση δεδομένων χρήστη.	Εξαγωγή δεδομένων	Αντίκτυπο της επαυξημένης πραγματικότητας στην αλληλεπίδραση δεδομένων χρήστη.
[5]	Ισπανία	Η ερευνητική εργασία συζητά την Αυξημένη Πραγματικότητα στην πρόσβαση σε οπτικοακουστικό περιεχόμενο.	Πρόσβαση σε οπτικοακουστικό περιεχόμενο για δημοσιογράφους και θεατές μέσω εικονικών πλατφορμών.	Ανάπτυξη εφαρμογών	Θεωρητική εξέλιξη για την πρόσβαση σε οπτικοακουστικό περιεχόμενο μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας. Δημιουργία οντολογικών σχέσεων μεταξύ παραδοσιακών στοιχείων στα τηλεοπτικά κανάλια.
[6]	Ολλανδία	Η έρευνα επικεντρώνεται στην προσθήκη ενός σημαιολογικού στρώματος στην τεχνολογία AR.	Ενίσχυση εφαρμογών που βασίζονται σε AR με σημαιολογικό στρώμα για οπτική επικύρωση.	Ανάπτυξη εφαρμογών	Εφαρμογές που βασίζονται σε AR με ένα σημαιολογικό επίπεδο για οπτική επικύρωση. CNN για αυτόματη ερμηνεία των ενεργειών χειριστή στο AR.
[7]	Χονγκ Κονγκ	Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται στη σημαιολογική τρισδιάστατη αντίληψη . Η προτεινόμενη προσέγγιση λειτουργεί 11 φορές πιο γρήγορα από τις προηγούμενες μεθόδους.	Σημαιολογική τρισδιάστατη αντίληψη για καθηλωτικές εφαρμογές AR. Αντιμετώπιση του σημείου συμφόρησης απόδοσης σε αραϊή συνέλιξη για VR/AR σε φορητές συσκευές.	Ανάπτυξη εφαρμογών	Αποτελεσματικότητα της σημαιολογικής τρισδιάστατης αντίληψης για εφαρμογές VR/AR.
[8]	Ινδία	Σενάριο 1ο 983 εργαζομένους 2ο Σενάριο:57 εργαζομένους και το 3ο Σενάριο: 24 εργαζομένους της βιομηχανίας	Αξιολόγηση των ανθρώπινων δεξιοτήτων και ικανοτήτων Ανάπτυξη εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας (AR)	Ανάπτυξη εφαρμογών	Εξαγωγή σιωπηρής γνώσης από ακατέργαστα δεδομένα κειμένου. Ανάπτυξη πλαισίου βασισμένου στο NLP για αξιολόγηση δεξιοτήτων.
[9]		Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται στη σημαιολογική τμηματοποίηση εικόνας στην	Σημαιολογική τμηματοποίηση εικόνας στην επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιώντας μοντέλα FCNN.	Ανάπτυξη εφαρμογών	Τμηματοποίηση σημαιολογικής εικόνας για κατανόηση σκηνής AR σε πραγματικό χρόνο.

		επαυξημένη πραγματικότητα.			
[10]	Καριβική	Η έρευνα επικεντρώνεται στη σημασιολογική τμηματοποίηση για την τοποθέτηση διεπαφής χρήστη AR. Σύνολο δεδομένων περιλαμβάνει 242 εικόνες γεωργικών εκτάσεων για κατασκευή μοντέλων μηχανικής μάθησης.	Μηχανική μάθηση και AR για αυτόματη τοποθέτηση πληροφοριών. Μελέτη περίπτωσης γεωργίας ακριβείας χρησιμοποιώντας σημασιολογική τμηματοποίηση για τοποθέτηση UI.	Αγροτικός	Μηχανική μάθηση και AR για αυτόματη τοποθέτηση πληροφοριών. Τοποθέτηση AR UI χρησιμοποιώντας σημασιολογική τμηματοποίηση για γεωργία ακριβείας. Συγκριτική αξιολόγηση τεσσάρων τεχνικών σημασιολογικής κατάτμησης για ακρίβεια αναγνώρισης έκτασης καλλιέργειας. Δημιουργία ενός πρωτότυπου αυτόματης τοποθέτησης πληροφοριών AR χρησιμοποιώντας το Attention U-Net.
[11]	UK	Η ερευνητική εργασία εισάγει ένα πλαίσιο επικοινωνίας προσανατολισμένο στην εργασία και με επίγνωση της σημασιολογία	Ενίσχυση της αποτελεσματικότητας και της επικοινωνίας στα δίκτυα 6G. Μείωση της καθυστέρησης μετάδοσης ασύρματων εφαρμογών AR κατά 95,6%.	Ανάπτυξη εφαρμογών	Νέο μοντέλο συστήματος. Μειώνει σημαντικά την κυκλοφορία δεδομένων. Ενεργοποίηση τεχνολογίας επικοινωνίας πέρα από την πέμπτη γενιά δικτύων κινητής τηλεφωνίας.
[12]	ΗΠΑ	Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται στη διαισθητική αλληλεπίδραση με τη σημασιολογία χρησιμοποιώντας AR.	Χρήση επαυξημένης πραγματικότητας για διαισθητική πρόσβαση σε σημασιολογικές πληροφορίες. Υποστήριξη βιομηχανικών διευθυντών και τεχνικών υπηρεσιών στη λήψη αποφάσεων και την εκτέλεση εργασιών.	Βιομηχανία	Υποστήριξη διευθυντών και τεχνικών υπηρεσιών στη λήψη αποφάσεων και την εκτέλεση εργασιών. Πρόσβαση σε σημασιολογικές πληροφορίες για τη διαχείριση εργατικού δυναμικού και περιουσιακών στοιχείων.
[13]	Ελλάδα	Βάση δεδομένων με πληροφορίες σχετικά με φυτά και καλλιέργειες	Αναγνώριση φυτών και πληροφορίες αγροτών.	Αγροτικός	Αναγνώριση φυτών και πληροφορίες αγροτών. Επαυξημένη πραγματικότητα βελτίωση των πραγματικών πληροφοριών για τους αγρότες.
[14]	Κορέα	Περιλαμβάνει τη χρήση του Microsoft HoloLens.	Σημασιολογική αλληλεπίδραση στην επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιώντας το Microsoft HoloLens.	Εξαγωγή δεδομένων	Αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής χρησιμοποιώντας το Microsoft HoloLens σε εσωτερικά περιβάλλοντα.
[15]	Γαλλία	Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται σε επισκέψεις σε μουσεία	Σχεδιασμό μιας οντολογίας για μουσειακές σκηνές και αντικείμενα.	Πολιτιστικής κληρονομιάς.	Βοηθώντας τους ξεναγούς στο σχεδιασμό και την προσαρμογή μονοπατιών κατά τη διάρκεια των επισκέψεων.
[16]	Ελλάδα	Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται σε σημασιολογικά εμπλουτισμένες εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας.	Ανάπτυξη σημασιολογικά εμπλουτισμένων εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Παρουσίαση πλεονεκτημάτων και αρχιτεκτονικής συστήματος για τέτοιες εφαρμογές. Ενίσχυση της μάθησης, της διαδικασίας ενημέρωσης και της εμπειρίας του χρήστη.	Ανάπτυξη εφαρμογών	Σημασιολογικά εμπλουτισμένες εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας. Αρχιτεκτονική συστήματος για την ανάπτυξη σημασιολογικά εμπλουτισμένων εφαρμογών AR.
[17]	Ισπανία	Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται στην επαυξημένη πραγματικότητα και τη σημασιολογική	Βιομηχανικές διαδικασίες με AR, σημασιολογική τεχνητή νοημοσύνη και μηχανική μάθηση. Οπτική επικύρωση αλληλεπίδραση φυσικής γλώσσας και αυτόματης ανίχνευσης ανωμαλιών. Ενσωμάτωση σημασιολογικού	Βιομηχανία	Συστήματα AR με σημασιολογικό πλαίσιο για βιομηχανικές εφαρμογές. Οπτική επικύρωση, αλληλεπίδραση φυσικής γλώσσας και ανίχνευση ανωμαλιών.

		τεχνητή νοημοσύνη στις βιομηχανίες.	πλασίου σε συστήματα AR για βελτιωμένη απόδοση χειριστή.		
[18]	ΗΠΑ	Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται στην ενσωμάτωση ψηφιακών δεδομένων σε επιστημονικές δημοσιεύσεις.	Ενσωμάτωση ψηφιακών δεδομένων σε δημοσιεύσεις χρησιμοποιώντας τεχνολογίες AR και web.	Εξαγωγή δεδομένων	Εκσυγχρονισμός της επιστημονικής επικοινωνίας ενσωματώνοντας ψηφιακά δεδομένα σε δημοσιεύσεις.
[19]	UK	Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται στο περιβάλλον AR με επίγνωση του υλικού με σημασιολογικές αλληλεπιδράσεις.	Σημασιολογικές ιδιότητες για ρεαλιστικές φυσικές αλληλεπιδράσεις στο AR.	Εκπαίδευση	Περιβάλλον AR με επίγνωση του υλικού για ρεαλιστικές φυσικές αλληλεπιδράσεις.
[20]	Καναδάς	Η έρευνα επικεντρώνεται στο σχεδιασμό έξυπνων σπιτιών για βοήθεια.	Σχεδιασμό έξυπνων σπιτιών για βοήθεια στην αντιστάθμιση των ελλειμμάτων. Βοήθεια με βάση τις ικανότητες και τα ελλείμματα.	Ευφυές σπίτι	Έξυπνα σπίτια για βοήθεια προσαρμοσμένη στις ατομικές ικανότητες και ελλείμματα.
[21]	Σερβία	Η ερευνητική εργασία προτείνει ένα πλαίσιο βασισμένο στην οντολογία για την αυτοματοποιημένη δημιουργία κώδικα. Η προτεινόμενη προσέγγιση μειώνει σημαντικά το χρόνο που απαιτείται για την ανάπτυξη εφαρμογών Web AR.	Δημιουργία κώδικα για εφαρμογές Web AR χρησιμοποιώντας πλαίσιο βασισμένο στην οντολογία. Μείωση του χρόνου ανάπτυξης για εφαρμογές ιστού AR.	Ανάπτυξη εφαρμογών	Πλαίσιο βασισμένο σε οντολογία για αυτοματοποιημένη δημιουργία κώδικα εφαρμογών Web AR. Μείωση σημαντικά του χρόνου που απαιτείται για την ανάπτυξη εφαρμογών Web AR.
[22]	Ινδία	Από αρχεία υγείας και οδηγίες που διευκολύνουν τους γιατρούς να λαμβάνουν αποφάσεις.	Επικεντρώνεται στην ανάπτυξη ενός ψηφιακού συστήματος για τον εντοπισμό και τη διαχείριση ασθενειών που μεταδίδονται από έντομα, χρησιμοποιώντας αρχεία υγείας και ιατρικές οδηγίες από την Ινδία για να βοηθήσει τους γιατρούς να λάβουν τεκμηριωμένες αποφάσεις θεραπεία	Ιατρική	Βελτίωση της αποδοτικότητας και αποτελεσματικότητας της επικοινωνίας στα δίκτυα 6G.
[23]	Σουηδία	Εφαρμόστηκε και αξιολογήθηκε η Αρχαιολογική Διαδραστική Έκθεση (AIR), βρίσκεται στη νοτιοανατολική Σουηδία	Βελτίωση του τρόπου διαχείρισης δεδομένων από αρχαιολογικές ανασκαφές εισάγοντας ένα νέο σύστημα που ονομάζεται Archaeological Interactive Report (AIR)	Πολιτιστικής κληρονομιάς.	Στόχος του είναι να μετατρέψει τις χειρόγραφες σημειώσεις γιατρών και τα ηλεκτρονικά αρχεία υγείας σε μορφή που μπορούν να κατανοήσουν οι υπολογιστές, χρησιμοποιώντας τεχνολογίες όπως η οπτική αναγνώριση χαρακτήρων και η επεξεργασία φυσικής γλώσσας, για τη βελτίωση της διάγνωσης και της θεραπείας ασθενειών που μεταδίδονται από φορείς
[24]	Ιταλία	Αρχαιολογικών ευρημάτων από τα νοτιοανατολικά προάστια της Ρώμης	Ψηφιοποίηση αντικειμένων και τη χρήση προηγμένων τεχνολογιών όπως το VR και το AR,	Πολιτιστικής κληρονομιάς.	Διευκολύνει τους αρχαιολόγους να διαχειρίζονται, να αναλύουν και να μοιράζονται δεδομένα από τις ανασκαφές τους

[25]	Ιταλία	Διεξήχθη σε ένα μουσείο τεχνολογικής κληρονομιάς	Επισκέψεις σε μουσεία τεχνολογικής κληρονομιάς πιο ενδιαφέρουσες και εκπαιδευτικές για τους νέους προσθέτοντας ψηφιακές πληροφορίες και εμπειρίες στις πραγματικές και διαδικτυακές επισκέψεις.	Πολιτιστικής κληρονομιάς.	Δημιουργία ενός εικονικού μουσείου αναπτύσσοντας τρισδιάστατα μοντέλα αρχαιολογικών ευρημάτων από τη Ρώμη
[26]	Καναδάς	Η έρευνα επικεντρώνεται στη χρήση του WebAR για τη βελτίωση των μενού εστιατορίων χωρίς επαφή.	Χρησιμοποιώντας το WebAR για να βελτιώσετε τα μενού εστιατορίων χωρίς επαφή μετά το COVID-19. AR σε συνδυασμό με το σχεδιασμό μενού επηρεάζει τις αποφάσεις αγοράς των πελατών.	Ανάπτυξη εφαρμογών	Το WebAR μειώνει τα εμπόδια για τα εστιατόρια στη δημιουργία εμπειριών επωνυμίας.
[27]	Ιρλανδία	Μελέτη απομακρυσμένου χρήστη σε προσομοιωμένο έξυπνο σπίτι	Σημσιολογικό πλαίσιο υποστήριξης αποφάσεων επαυξημένης πραγματικότητας για έξυπνα περιβάλλοντα. Μείωση της υπερφόρτωσης πληροφοριών και ενισχυμένη αποτελεσματικότητα υποστήριξης αποφάσεων.	Ευφυές σπίτι	Πλαίσιο υποστήριξης αποφάσεων AR για έξυπνα περιβάλλοντα.
[28]	Νέα Ζηλανδία	Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται στην υποστήριξη αποφάσεων AR σε έξυπνα περιβάλλοντα.	Πλαίσιο υποστήριξης αποφάσεων AR για αποφάσεις σε πραγματικό χρόνο σε έξυπνα περιβάλλοντα.	Ανάπτυξη εφαρμογών	Νέο πλαίσιο υποστήριξης αποφάσεων AR για έξυπνα περιβάλλοντα.
[29]	Ελβετία	Η ερευνητική εργασία εισάγει το SOCRAR για σημασιολογική OCR μέσω AR.	Συνδυασμός σημασιολογικών τεχνολογιών με OCR σε διεπαφή AR. Σημασιολογική ενσωμάτωση γραπτών πληροφοριών με συσκευές IoT.	Ανάπτυξη εφαρμογών	Σημασιολογικές τεχνολογίες με OCR στη διεπαφή AR για ενσωμάτωση πληροφοριών.
[30]	Πολωνία	20 βιογραφικά από αιτήσεις	Ηλεκτρονική μάθηση, ηλεκτρονική πρόσληψη, υγεία, γεωργία, βιοπληροφορική, τουρισμός	Εξαγωγή δεδομένων	Ανάλυση βιογραφικού με πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον. Αυτοματοποιήστε τη διαδικασία φιλτραρίσματος βιογραφικού χρησιμοποιώντας σημασιολογικές τεχνολογίες.
[31]	Κορέα	Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται σε μια εφαρμογή AR για χώρους πολιτιστικής κληρονομιάς.	Εφαρμογή AR για χώρους πολιτιστικής κληρονομιάς με πλούσια δεδομένα με βάση τα συμφραζόμενα.	Πολιτιστικής κληρονομιάς.	Εφαρμογή AR για χώρους πολιτιστικής κληρονομιάς με πλούσιες πληροφορίες. Οντολογία πολιτιστικής κληρονομιάς για την αποτελεσματική οργάνωση διαφορετικών δεδομένων.
[32]	Καναδάς	Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται στην οντολογική αναπαράσταση συνθετικού τρισδιάστατου περιεχομένου.	Ανασκόπηση της σημασιολογικής αναπαράστασης και μοντελοποίησης τρισδιάστατου περιεχομένου.	Εξαγωγή δεδομένων	Δημιουργία οντολογίας για την αναπαράσταση γνώσης των megaprojects
[33]	Ελλάδα	Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται σε αφηγήσεις άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς. Περίπτωση χρήσης στο νησί της Ρόδου μεταξύ 1912-1948	Συλλογή δεδομένων ICH, τη διαμόρφωση αφήγησης και τη δημόσια παρουσίαση.	Πολιτιστικής κληρονομιάς.	Αφηγηματική παροχή που βασίζεται στον Ιστό και την τοποθεσία. Ενεργοποίηση διαδικτυακού σχηματισμού αφηγήσεων μέσω συνεργασίας

[34]	Νότια Κορεά	βάσεις δεδομένων αναφοράς (π.χ. google, scholar, EbscoHOST, Lisa κ.λπ.)	Ανάπτυξη μοντέλου Βιβλιοθήκης 4.0 βασισμένο σε τεχνολογίες αιχμής. Ψηφιακές βιβλιοθήκες για εξατομικευμένες υπηρεσίες και αλληλεπιδράσεις.	Εξαγωγή δεδομένων	Βασικά χαρακτηριστικά της Βιβλιοθήκης 4.0 με βάση τη βιβλιογραφία.
[35]	UK	Πολιτιστική κληρονομιά με 12 περιπτωσιολογικές μελέτες	Ενσωμάτωση του BIM με ιστορικά δομημένα περιβάλλοντα.	Πολιτιστικής κληρονομιάς.	Εξελίξεις και εφαρμογές του HBIM στην πολιτιστική κληρονομιά. Ενσωμάτωση BIM με ιστορικά δομημένα περιβάλλοντα για διάφορες αναλύσεις.
[36]	Πολωνία	Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται στην αναπαράσταση αλληλεπίδρασης σε περιβάλλοντα VR/AR. Η εργασία συζητά τις χρονικές ιδιότητες, τα πρότυπα σημασιολογικού ιστού και τις οντολογίες.	Αναπαράσταση αλληλεπίδρασης σε περιβάλλοντα VR/AR Χρήση προτύπων σημασιολογικού ιστού και οντολογιών	Εκπαίδευση	Ανάπτυξη plugins για τη δημιουργία αρχείων καταγραφής αλληλεπίδρασης σε εργαλεία μοντελοποίησης και μηχανές παιχνιδιών. Δημιουργήστε φιλικά προς το χρήστη γραφικά εργαλεία για εξερεύνηση περιεχομένου βάσει ερωτημάτων.
[37]	Ινδία	N/A	Εξέλιξη του Διαδικτύου από το Web 1.0 στο Metaverse.	Εξαγωγή δεδομένων	Διεύθυνση απορρήτου και ασφάλειας δεδομένων στο metaverse. Βελτιώστε την ασφάλεια στις εφαρμογές web 2.0.
[38]	Ελλάδα	Η ερευνητική εργασία συζητά την ενίσχυση της επαγγελματικής πραγματικότητας με τη βαθιά μάθηση.	Ευφυείς εφαρμογές που συνδυάζουν AR, βαθιά μάθηση και σημασιολογικό ιστό Εστίαση στην αναγνώριση αντικειμένων και ανάκτηση σχετικών πληροφοριών	Ανάπτυξη εφαρμογών	Ανάπτυξη έξυπνων εφαρμογών που συνδυάζουν AR, βαθιά μάθηση και σημασιολογικό ιστό Εστίαση στην αναγνώριση αντικειμένων και ανάκτηση σχετικών πληροφοριών
[39]	Γερμανία	N/A	Εστίαση σε ανθρωποκεντρικά κυβερνο-φυσικά συστήματα στον έλεγχο της κατασκευής.	Βιομηχανία	Αντιμετώπιση κοινωνικών πτυχών σε κυβερνο-φυσικά συστήματα για εργοστασιακό αυτοματισμό.
[40]	Βραζιλία	Αλγόριθμοι RF, MLP, ARIMA και RNN.	Προγνωστικοί αλγόριθμοι συντήρησης και μηχανικής μάθησης.	Βιομηχανία	Πρόβλεψη αστοχιών εξοπλισμού ανεξάρτητα από την τοποθεσία ή την κατάσταση χρήσης. Ανάπτυξη πλαισίου για τον εξορθολογισμό και την αποτελεσματικότητα των βιομηχανικών εγκαταστάσεων.
[41]	Κίνα	108 άρθρα από το Web of Science	Διαχείριση ποιότητας κατασκευής (CQM) με χρήση ψηφιακών τεχνολογιών.	Εξαγωγή δεδομένων	Βελτίωση της διαχείρισης της ποιότητας των κρυφών έργων Βελτιώστε τον έλεγχο της διαδικασίας στον έλεγχο συμμόρφωσης
[42]	Γερμανία	N/A	Βιομηχανικά Συστήματα Επαγγελματικής Πραγματικότητας Σημασιολογικές Τεχνολογίες	Ανάπτυξη εφαρμογών	Μηχανικά αναγνώσιμη βάση γνώσεων για τη διαμόρφωση του συστήματος AR. Ενεργοποίηση ψηφιακής και μερικώς αυτοματοποιημένης επεξεργασίας γνώσεων.

[43]	Ινδία	Συνδεδεμένα δεδομένα και επιχειρηματική ευφυΐα	Κινητή τεχνολογία και επιχειρηματική ευφυΐα Συνδεδεμένα δεδομένα και μικτή πραγματικότητα	Ανάπτυξη εφαρμογών	Ενίσχυση της τουριστικής εμπειρίας μέσω της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας. Παρέχετε μια κινητή διαδραστική εφαρμογή για τους τουρίστες για να αποκτήσουν πληροφορίες σχετικά με ιστορικά μέρη.
[44]	Ισπανία	Αναζήτηση βιβλιογραφικών αναφορών με θέμα αγροτική και πολιτιστική κληρονομιά	Υπολογιστικές μέθοδοι που εφαρμόζονται στη μοντελοποίηση της πολιτιστικής και φυσικής κληρονομιάς σε αγροτικές περιοχές Ταξινόμηση υπολογιστικών μεθόδων με βάση το πεδίο εφαρμογής και την περιοχή εφαρμογής τους	Πολιτιστικής κληρονομιάς.	Μελέτη υπολογιστικών μεθόδων που εφαρμόζονται στη μοντελοποίηση CNH σε αγροτικές περιοχές Εξερευνήστε πώς οι υπολογιστικές μέθοδοι μπορούν να υποστηρίξουν την πρόωθηση και την αξιοποίηση CNH
[45]	Πολωνία	N/A	Δημιουργία προσαρμοσμένου τρισδιάστατου περιεχομένου με σημασιολογικά ερωτήματα για VR/AR που βασίζονται στον Ιστό.	Ανάπτυξη εφαρμογών	Εναν αγωγό για προσαρμοσμένη δημιουργία περιεχομένου 3D. Ενεργοποίηση προσαρμογής κινούμενων εικόνων κατά παραγγελία με βάση σημασιολογικά ερωτήματα. Εφαρμογή ενός διαδικτυακού περιβάλλοντος για σύνθεση κινούμενων σχεδίων κατά παραγγελία.
[46]	Γερμανία	N/A	CityGML και η εφαρμογή του σε κινητές συσκευές Οπτικοποίηση δεδομένων CityGML σε επαυξημένη πραγματικότητα	Πλοήγηση	Ένα ανεξάρτητο πρόγραμμα προβολής CityGML πολλαπλών πλατφορμών Βελτιστοποιήστε τη διαδικασία οπτικοποίησης των δεδομένων CityGML για χρήση στην Επαυξημένη Πραγματικότητα
[47]	Ιταλία	Διάφορους χώρους πολιτιστικής κληρονομιάς	Τρισδιάστατη σημασιολογική μοντελοποίηση στην Πολιτιστική Κληρονομιά (CH) Αξιοποίηση ψηφιακών πηγών σε CH	Πολιτιστικής κληρονομιάς.	Πρόσβαση, κατανόηση και ενίσχυση της Ευρωπαϊκής Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Εμπλουτισμένα τρισδιάστατα μοντέλα για πρόσβαση και εκμετάλλευση χωρίς αποκλεισμούς.
[48]	Τσεχία	N/A	Τομέας Αρχιτεκτονικής Μηχανικής Κατασκευών (AEC) Σημασιολογική ερμηνεία κτιρίων και αστικών πλαισίων	Κατασκευών	Ένα περιβάλλον στον κυβερνοχώρο που ονομάζεται Bimy Verse Την επίγνωση κατάστασης με δυνατότητα IoT με ενσωματωμένα σημασιολογικά ψηφιακά δίδυμα μοντέλα που υποστηρίζονται από VR
[49]	Γαλλία	401 δημοσιεύσεις	Ανάλυση εφαρμογών AR και VR σε κατασκευαστικά έργα Αρχιτεκτονικής Μηχανικής.	Εκπαίδευση	Ανάλυση σε εφαρμογές AR και VR σε έργα AEC Εξερευνήστε αρχιτεκτονικές ροής δεδομένων μεταξύ BIM και AR/VR
[50]	Μαλαισία, Ινδονησία	N/A	Ανάπτυξη εργαλείων με βάση το BIM Σημασιολογική οντολογία BIM	Ανάπτυξη εφαρμογών	Νέες τάσεις και πιθανούς τομείς στην έρευνα BIM Αντιμέτωπη κενών στη βιβλιογραφία BIM και διερεύνηση νέων συνεργιών με το BIM
[51]	Χονγκ Κονγκ	Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται στην οπτική συλλογιστική για τη βελτίωση της εμπειρίας οδήγησης.	Μηχανισμός AR-HUD βασισμένος στον οπτικό λογισμό για την προώθηση συστάσεων στρατηγικής.	Ανάπτυξη εφαρμογών	Σχεδιάστε ένα μοντέλο για την αντίληψη σεναρίου και τη διαδικασία συμπερασμάτων. – Ανάπτυξη το Γράφημα Γνώσης Σεναρίου Οδήγησης (DSKG) με πιο σύνθετα χαρακτηριστικά.

[52]	Ισπανία	Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται σε συστήματα διαλόγου επαυξημένης ρομποτικής.	Αλληλεπίδραση ανθρώπου ρομπότ (HRI)	ιατρική	Αλληλεπίδραση ανθρώπου ρομπότ (HRI) Το σύστημα διαλόγου με μη ειδικούς χρήστες
[53]	Ιταλία	Συσχέτιση των στοιχείων που βρέθηκαν μέσω διαφορετικών εργαλείων εγκληματολογίας	Δραστηριότητες και εργαλεία ψηφιακής εγκληματολογίας Σημαιολογικοί σχολιασμοί και οντολογίες στην ανάλυση δεδομένων	Εξαγωγή δεδομένων	Υποστήριξη ερευνητών κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ανάλυσης. Συσχέτιση των στοιχείων που βρέθηκαν μέσω διαφορετικών εργαλείων εγκληματολογίας
[54]	Λουξεμβούργο	Εισαγωγή εμπειριών AR στην τάξη	Σημαιολογική πλατφόρμα για ετερογενείς εμπειρίες AR ως OER.	Εκπαίδευση	Εισαγωγή εμπειριών AR στην τάξη Ενεργοποίηση ανάκτησης και ενσωμάτωσης εμπειριών AR σε εφαρμογές για κινητά
[55]	Κορέα	Υφιστάμενες οντολογίες και σχετικές μελέτες.	Μηχανή αναζήτησης AR και ανάκτηση σημαιολογικών πληροφοριών.	Ανάπτυξη εφαρμογών	Βελτίωση της ανάκτησης πληροφοριών στον τομέα AR. Βελτίωση στην αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα της μηχανής αναζήτησης AR.
[56]	Μεξικό	Το ερευνητικό έγγραφο συζητά μια μεθοδολογία εσωτερικής πλοήγησης χρησιμοποιώντας AR.	Εσωτερικά συστήματα πλοήγησης που ενσωματώνουν AR και Semantic Web.	Πλοήγηση	Ανάπτυξη μεθοδολογίας για εσωτερικά συστήματα πλοήγησης που ενσωματώνουν τεχνολογίες AR και Σημαιολογικού Ιστού. – Δοκιμή στην προτεινόμενη μεθοδολογία σε ακαδημαϊκά περιβάλλοντα.
[57]	Πολωνία	Η ερευνητική εργασία συζητά την αρχιτεκτονική υπηρεσιών επαυξημένης πραγματικότητας κατανεμημένης.	Κατανεμημένες υπηρεσίες επαυξημένης πραγματικότητας Σημαιολογική μοντελοποίηση και παρουσιάσεις AR με βάση τα συμφραζόμενα	Πλοήγηση	Δημιουργία ανοικτού δυναμικού περιβάλλοντος AR χρησιμοποιώντας σημαιολογικές τεχνολογίες ιστού Αποφυγή κατακερματισμού της λειτουργικότητας AR μεταξύ πολλαπλών εφαρμογών
[58]	Ελλάδα	Ακατέργαστα δεδομένα κειμένου	Εξαγωγή γνώσεων από ακατέργαστα δεδομένα κειμένου. Αξιολόγηση του ανθρώπινου δυναμικού με βάση τις δεξιότητες και τις ικανότητες	Ανάπτυξη εφαρμογών	Εξαγωγή σιωπηρών γνώσεων που σχετίζονται με τις δεξιότητες και τις ικανότητες των τεχνικών. Ανάπτυξη ένα πλαίσιο βασισμένο στο NLP για αξιολόγηση δεξιοτήτων και χαρτογράφηση.
[59]	Γερμανία	Το ερευνητικό έγγραφο συζητά την παραγωγή και την ανάλυση δεδομένων με γνώμονα τις πληροφορίες.	Πλαίσιο για την παραγωγή με γνώμονα τις πληροφορίες για την ενίσχυση της παραγωγικότητας μέσω της ανάλυσης δεδομένων.	Ανάπτυξη εφαρμογών	Στοχεύει στην έκθεση δεδομένων εξοπλισμού και στην παροχή ανάλυσης παραγωγικότητας.
[60]	Ελβετία	Η ερευνητική εργασία συζητά το A3 SAR για την επαυξημένη πραγματικότητα.	Πλατφόρμα A3 SAR για χωρική επαυξημένη πραγματικότητα σε διάφορες εφαρμογές.	Ανάπτυξη εφαρμογών	Ένα 3 SAR στοχεύει στην απρόσκοπτη ενσωμάτωση του εικονικού και του πραγματικού κόσμου. Ένα 3 SAR επικεντρώνεται στην αύξηση οπουδήποτε, στην αύξηση οπουδήποτε και στην αύξηση της ανάλυσης.

[61]	Φινλανδία	N/A	Εστίαση στην ανάπτυξη μιας κατανεμημένης αρχιτεκτονικής για διαδικασίες επαυξημένης πραγματικότητας.	Βιομηχανία	Ταχύτερη, απλούστερη και φθηνότερη ανάπτυξη εφαρμογών AR. Ενσχυρή χρήση σύνθετων διαδικασιών AR χρησιμοποιώντας βασικές υπηρεσίες AR.
[62]	Αυστραλία	Η μελέτη ανέλυσε 614 βιβλιογραφικά αρχεία από το Web of Science.	Μηχανική, πολιτική μηχανική, κατασκευή & τεχνολογία κτιρίων.	Κατασκευών	Προσδιορισμός με βασικούς μελετητές, ιδρύματα και χώρες στην έρευνα BIM. Εξερεύνηση καυτά θέματα και τάσεις στην έρευνα BIM.
[63]	Αυστραλία	Το ερευνητικό έγγραφο συζητά τις σημασιολογικά ενεργοποιημένες αλληλεπιδράσεις ανθρώπινης συσκευής.	Εστίαση στις αλληλεπιδράσεις ανθρώπινων συσκευών χρησιμοποιώντας AR και σημασιολογική τεχνολογία Ιστού.	Εξαγωγή δεδομένων	Πολυπλοκότητες στις αλληλεπιδράσεις ανθρώπινης συσκευής για εμπειρία χρήστη υψηλής ποιότητας.
[64]	Ελλάδα	Χρησιμοποίηση αισθητήρων για να συλλέξουμε χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με το μικροκλίμα.	Το πεδίο της έρευνας είναι ο συνδυασμός τεχνολογιών Σημασιολογικού Ιστού, Επαυξημένης Πραγματικότητας και Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT)..	Αγροτικός	Ανάπτυξη μιας εφαρμογής για κινητά για τη βελτίωση της αποδοτικότητας των καλλιέργειών. Χρησιμοποίηση αισθητήρων για να συλλέξουμε χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με το μικροκλίμα.
[65]	UK	Η ερευνητική εργασία συζητά ένα πλαίσιο επαυξημένης πραγματικότητας για συστήματα συντήρησης.	Έλλειψη έρευνας στο πλαίσιο συντήρησης. Ανάγκη αξιολόγησης της προσαρμοστικής διεπαφής χρήστη	Κατασκευών	Έλλειψη έρευνας σχετικά με την ευαισθητοποίηση του περιβάλλοντος στον τομέα συντήρησης. Ανάγκη για ένα εργαλείο συγγραφής για αμφίδρομη αλληλεπίδραση μεταξύ των τεχνικών και του συστήματος
[66]	Ισπανία	Η ερευνητική εργασία συζητά ένα μοντέλο ανάπτυξης λογισμικού δημιουργικών υπηρεσιών.	Δημιουργική πληροφορική στην ανάπτυξη λογισμικού. Ενσωμάτωση γνώσεων πολλαπλών τομέων στο σχεδιασμό συστημάτων	Ανάπτυξη εφαρμογών	Προτείνετε ένα μοντέλο για την ανάπτυξη λογισμικού δημιουργικής υπηρεσίας. Γεφύρωση του χάσματος γνώσης μεταξύ εμπειρογνομώνων τομέα και μηχανικών λογισμικού
[67]	Ελβετία	Ένα δείγμα σεναρίου που περιλαμβάνει μια ξυλουργική που κατασκευάζει διάφορα προϊόντα ξύλου	Εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας με επίγνωση του περιβάλλοντος. Μηχανική μάθηση και οντολογική συλλογιστική στην AR	Κατασκευών	Ανάπτυξη ενός πλαισίου για εφαρμογές AR που εξαρτώνται από το περιβάλλον. Συνδυασμός της μηχανικής μάθησης και την οντολογική συλλογιστική στο AR.
[68]	Τουρκία	Ποσοτικές μελέτες Έρευνας, ερωτηματολόγια και πληροφορίες παρατήρησης	Διαδραστική των φυσικών επιστημών	Εκπαίδευση	Βελτίωση της πρόσβασης, της εξερεύνησης και της εκμετάλλευσης των δεδομένων πολιτιστικής κληρονομιάς. Ανάπτυξη μιας τρισδιάστατης εφαρμογής για κινητά για τη μελέτη και την εμπειρία αρχαιολογικών χώρων.
[69]	Κίνα	Δεδομένα πολιτιστικής κληρονομιάς	Πολιτιστική Κληρονομιά και Αρχαιολογία. Τεχνολογίες σημασιολογικού ιστού και τρισδιάστατα γραφικά εργαλεία	Ανάπτυξη εφαρμογών	Μια φιλική προς το χρήστη αλληλεπίδραση για τους φροντιστές. Χρησιμοποιήστε επαυξημένη πραγματικότητα και οντολογίες για έξυπνο σχεδιασμό σπιτιού

[70]	Καναδάς	Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται στο σχεδιασμό έξυπνων σπιτιών για βοήθεια.	Έξυπνα σπίτια και υποστηρικτικές τεχνολογίες Επαυξημένη πραγματικότητα και οντολογίες στο σχεδιασμό	Ευφυές σπίτι	Μια διάχυτη πλατφόρμα για βελτιωμένες αφηγήσεις. Ενσωματώστε τεχνολογίες αιχμής για εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας.
[71]	Κύπρος	Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται στο έργο TRACCE για πολιτιστικές διαδρομές.	Υπηρεσίες πολιτιστικής διερμηνείας που συνδυάζουν ιστορικές και σύγχρονες εμπειρίες Ανάπτυξη μιας διάχυτης πλατφόρμας για βελτιωμένες αφηγήσεις και εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας	Πολιτιστικής κληρονομιάς.	Ένα πλαίσιο για κυβερνοφυσικά ASs που χρησιμοποιούν τεχνολογίες IoT. Επίδειξη της προσέγγισης μέσω μελέτης περίπτωσης.
[72]	Ελλάδα	IKEA Γκρέγκορ καρέκλα γραφείου	Πλαίσιο βασισμένο σε IoT για εξελισσόμενα συστήματα συναρμολόγησης Μηχανική με γνώμονα το μοντέλο στον τομέα AS	Εξαγωγή δεδομένων	Ένα πλαίσιο για επαναχρησιμοποιήσιμες διαδικασίες σε εφαρμογές AR. Συμβολή σε ενεργές και διαλειτουργικές πηγές δεδομένων.
[73]	Αργεντινή	Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται σε προγράμματα περιήγησης επαυξημένης πραγματικότητας και σε τεχνολογίες σημασιολογικού ιστού.	Επαυξημένη Πραγματικότητα Τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού	Ανάπτυξη εφαρμογών	Ενίσχυση της μικτής πραγματικότητας με συνδεδεμένα δεδομένα και επιχειρηματική ευφυΐα Εισαγωγή εκτελέσιμης γνώσης και εκτελέσιμης εστίασης
[74]	Ινδία	Η έρευνα επικεντρώνεται στην επαυξημένη πραγματικότητα στον τουρισμό για την ενίσχυση των εμπειριών.	Εστίαση στην τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας στον τομέα του τουρισμού.	Ανάπτυξη εφαρμογών	Ένα μοντέλο πληροφοριών περιοχής (DIM) Ενσωμάτωση BIM, GIS και EAM για στρατηγικές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
[75]	Ιταλία	Τα δεδομένα και οι αισθητήρες σε πραγματικό χρόνο επιτρέπουν τον έλεγχο της ενεργειακής αλυσίδας.	Διαχείριση ενεργειακής απόδοσης σε αστικές περιοχές.	Εξαγωγή δεδομένων	Το χάσμα μεταξύ των τεχνολογιών 3D και των τεχνολογιών ιστού. Βελτίωση της δημιουργίας, της αναπαράστασης, της ευρετηρίασης, της αναζήτησης και της επεξεργασίας τρισδιάστατου περιεχομένου ιστού.
[76]	Βέλγιο	Η εργασία συζητά το Σημασιολογικό Web3D για αναπαράσταση περιεχομένου 3D. Μετατροπή μιας σκηνής X3D σε μια βάση γνώσεων X3D.	Σημασιολογική προσέγγιση Web3D για αναπαράσταση περιεχομένου 3D Ενσωμάτωση σημασιολογίας ειδικά για 3D και συγκεκριμένο τομέα	Ανάπτυξη εφαρμογών	Ανάπτυξη ενός πληροφοριακού συστήματος που παρέχει πρόσβαση σε μια τεράστια βάση δεδομένων με πληροφορίες σχετικά με φυτά και καλλιέργειες
[77]	Γερμανία	Πέντε παραδείγματα για το πώς οι τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού χρησιμοποιούνται στην πράξη στο Διαδίκτυο της Παραγωγής.	Τεχνολογίες σημασιολογικού Ιστού στη μηχανική παραγωγής.	Βιομηχανία	Πέντε βασικούς τομείς εφαρμογής για τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού στη μηχανική παραγωγής. Πέντε παραδείγματα για το πώς οι τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού χρησιμοποιούνται στην πράξη στο Διαδίκτυο της Παραγωγής.
[78]	Ουγγαρία	5 datasets και social media (Facebook, Foursquare), semantic datasets (DBpedia, LinkedGeoData)	Ενσωμάτωση τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας και σημασιολογικού ιστού Ανάπτυξη Κινητού Σημασιολογικού Ιστού	Πλοήγηση	Τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας και σημασιολογικού ιστού Βελτιώστε τα υπάρχοντα προγράμματα περιήγησης επαυξημένης πραγματικότητας για κινητά χρησιμοποιώντας τεχνολογίες Σημασιολογικού Ιστού

[79]	Ελλάδα	Μυκηναϊκή Ακρόπολης της Αρχαίας Τίρυνθας	Διατήρηση και αποκατάσταση της πολιτιστικής κληρονομιάς.	Ανάπτυξη εφαρμογών	Σχεδιασμός και υλοποίηση διαδραστικών εφαρμογών εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας. Οπτικοποίηση των δεδομένων συντήρησης και αποκατάστασης της Ακρόπολης της Αρχαίας Τίρυνθας
[80]	Ελλάδα	N/A	Έξυπνος Τουρισμός IoT στον Τουρισμό	Εξαγωγή δεδομένων	Προσδιορισμός κοινών χρησιμοποιούμενων προσεγγίσεων και εννοιών στον Έξυπνο Τουρισμό. Παρουσιάστε σημαντικές προκλήσεις στον τομέα του έξυπνου τουρισμού
[81]	Γερμανία	Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται στη σημασιολογική απεικόνιση και τις προκλήσεις της.	Σημασιολογική απεικόνιση στον τομέα της έρευνας.	Εξαγωγή δεδομένων	Η παρούσα προσομοίωση έχει ως αποτέλεσμα έναν τρόπο που ταιριάζει στην κατανόηση και την αντίληψη των επαγγελματιών του τομέα. Χρησιμοποιήστε σημασιολογική αναζήτηση για να αυτοματοποιήσετε την επικύρωση των συγκεντρωμένων ακατέργαστων δεδομένων.
[82]	Ελβετία ,Ιταλία	N/A	Έξυπνη γεωργία και αυτοματοποίηση στη γεωργία. Ενσωμάτωση οντολογιών στον τομέα της γεωργίας	Αγροτικός	Γράφημα γνώσης για την έξυπνη γεωργία. Επίτευξη έξυπνης γεωργίας με δυναμική προσαρμογή στις αλλαγές.
[83]	Πολωνία	Η ερευνητική εργασία συζητά ένα πρωτότυπο σύστημα πλοήγησης που χρησιμοποιεί επαυξημένη πραγματικότητα.	Σημασιολογικά βελτιωμένο σύστημα πλοήγησης χρησιμοποιώντας επαυξημένη πραγματικότητα. Ενσωμάτωση RDF, SPARQL και triplestore για σημασιολογικούς σχολιασμούς	Πλοήγηση	Επαυξημένη πραγματικότητα με σημασιολογικούς σχολιασμούς POIs. Αναπτύξτε ένα σημασιολογικό σύστημα πληροφοριών ενσωματωμένο με διεπαφή επαυξημένης πραγματικότητας
[84]	Εκουαδόρ	N/A	Χρησιμοποιεί σημασιολογικό ιστό και επαυξημένη πραγματικότητα για αναζήτηση πανεπιστημίουπολης.	Πλοήγηση	Μια εφαρμογή για κινητά για αναζήτηση θέσεων, ατόμων και εκδηλώσεων μέσα σε μια πανεπιστημίουπολη. Αξιοποιήστε το σημασιολογικό ιστό και την επαυξημένη πραγματικότητα για βελτιωμένη εμπειρία χρήστη.
[85]	Πολωνία	Η ερευνητική εργασία συζητά ένα σημασιολογικό μοντέλο για καταναμημένες υπηρεσίες AR.	Σημασιολογικό μοντέλο για καταναμημένες υπηρεσίες επαυξημένης πραγματικότητας. Προσέγγιση περιβάλλοντος επαυξημένης πραγματικότητας με βάση τα συμφραζόμενα (CARE)	Εξαγωγή δεδομένων	Διερεύνηση χρονικών ιδιοτήτων για παρουσιάσεις AR. Επεκτείνετε την εσωτερική οντολογία ανίχνευσης θέσης για τεχνολογίες εντοπισμού θέσης
[86]	Ελλάδα, Αμερική, Αυστραλία	N/A	Σημασιολογική μοντελοποίηση Web3D. Ενσωμάτωση τεχνολογιών 3D και τεχνολογιών διαδικτύου	Εξαγωγή δεδομένων	Ενσωμάτωση τεχνολογιών 3D με τεχνολογίες ιστού. Βελτίωση δημιουργίας, αναπαράστασης, ευρετηρίασης, αναζήτησης και επεξεργασίας τρισδιάστατου διαδικτυακού περιεχομένου μέσω της χρήσης του Σημασιολογικού Ιστού
[87]	Σιγκαπούρη	Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται στην προσομοίωση και τον σχεδιασμό συναρμολόγησης AR.	Σχεδιασμός συναρμολόγησης με τη βοήθεια AR και επικύρωση συστήματος προσομοίωσης.	Εκπαίδευση	Αποδοτικότητα συναρμολόγησης και εντοπίστε πιθανά ζητήματα συναρμολόγησης.

[88]	Ιαπωνία	N/A	Τροχιές τεχνολογίας μεγάλων δεδομένων για το BBC και το NHK. Τεχνολογικές ικανότητες, τις στρατηγικές και το περιβάλλον για τους δημόσιους ραδιοτηλεοπτικούς φορείς.	Εξαγωγή δεδομένων	Προσδιορίστε τις τροχιές τεχνολογίας μεγάλων δεδομένων των δημόσιων ραδιοτηλεοπτικών φορέων. Αναλύστε τις μελλοντικές κατευθύνσεις των τεχνολογιών μεγάλων δεδομένων που προτείνονται από δημόσιους ραδιοτηλεοπτικούς φορείς.
[89]	Λιθουανία	Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται στην οικοδόμηση χωροταξικού σχεδιασμού χρησιμοποιώντας μεθοδολογία BIM.	Χωροταξικός σχεδιασμός δόμησης με χρήση μεθοδολογίας BIM.	Κατασκευών	Αποτελεσματική λήψη αποφάσεων στο στάδιο του σχεδιασμού. Αξιολόγηση λύσεων κτιρίων και εργοταξίου για συμμόρφωση
[90]	Αυστραλία	Η έρευνα επικεντρώνεται στις εξατομικευμένες αλληλεπιδράσεις ανθρώπου-συσσκευής μέσω επαυξημένης πραγματικότητας.	Υπολογισμός με επίκεντρο τον άνθρωπο και επαυξημένη πραγματικότητα (AR)	ευφυές σπίτι	Επιβάρυνση των χρηστών διατηρώντας την αυτοαποτελεσματικότητα μέσω AR με γνώμονα το περιβάλλον.
[91]	Ελλάδα	Μαρία 17 ετών ταξίδι από Ηράκλειο σε Αθήνα, Γιάννης ετών 70 από Εδιμβούργο σε Μελβούρνη	Αναπτύχθηκε κινητό σύστημα AR για χώρους πολιτιστικής κληρονομιάς.	Πολιτιστικής κληρονομιάς.	Ενσωμάτωση υφιστάμενων συστημάτων πληροφοριών για ταξιδιωτική βοήθεια. Σχεδίαση και υλοποίηση ενός πρωτότυπου ψηφιακού προσωπικού βοηθού ταξιδιού.
[92]	Κορέα	N/A	Εστίαση σε βιομηχανικά μεγάλα έργα και αναλύσεις κινδύνου για οικονομικά αποτελέσματα.	Πολιτιστικής κληρονομιάς.	Ανάπτυξη ενός κινητού συστήματος AR για χώρους πολιτιστικής κληρονομιάς. Αξιολογήστε τις επιπτώσεις μάθησης και εμπλοκής του συστήματος
[93]	Σερβία	Google scholar και scopus	Βελτίωση διαδικασίας ανάπτυξης λογισμικού χρησιμοποιώντας οντολογίες.	Ανάπτυξη εφαρμογών	Ανάπτυξη εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας (AR) Αυτοματοποιημένη δημιουργία κώδικα εφαρμογής AR χρησιμοποιώντας οντολογίες και σημασιολογικούς σχολιασμούς μοντέλου πληροφοριών κτιρίου (BIM)
[94]	Ελλάδα	N/A	Ανασκόπηση οντολογιών και μοντέλων δεδομένων στο AR για την Πολιτιστική Κληρονομιά.	Πολιτιστικής κληρονομιάς.	Ανασκόπηση οντολογιών και μοντέλων δεδομένων που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές AR για την Πολιτιστική Κληρονομιά. Προτείνετε ένα τροποποιημένο μοντέλο δεδομένων 3 επιπέδων για εφαρμογές CH AR σε αστικά περιβάλλοντα
[95]	ΗΠΑ	Δεδομένα δημόσιου τομέα από βάσεις δεδομένων πρωτεϊνών, τράπεζες γενετικών δεδομένων και σύνολα δεδομένων ανάλυσης χημικού ελέγχου.	Χημική εκπαίδευση και κινητή μάθηση.	Εξαγωγή δεδομένων	Αύξηση της διαφάνειας και της συμμετοχής του crowd sourced στις χημικές επιστήμες. Διευκόλυνση βελτιώσεων στην ανακάλυψη φαρμάκων στον ακαδημαϊκό χώρο και τη βιομηχανία.
[96]	Ιταλία	N/A	Σημασιολογικός Ιστός και πολυστρωματικές μορφές στη μουσική. Εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας στη μουσική	Ανάπτυξη εφαρμογών	Δυνατότητες συνδυασμού πολυστρωματικών μορφών στο Σημασιολογικό Ιστό. Εμφάνιση καινοτόμων εφαρμογών στη μουσική χρησιμοποιώντας το πρότυπο IEEE 1599

[97]	Τσεχία, Γερμανία	N/A	Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) Ιστός των πραγμάτων	Εξαγωγή δεδομένων	Εφαρμογή του μοντέλου σε ένα πραγματικό δίκτυο IoT. Ανάπτυξη αλγορίθμου μετατροπής για την επεξεργασία ασυνεπών δεδομένων.
[98]	Πολωνία	Η ερευνητική εργασία συζητά τις αλληλεπιδράσεις καταγραφής σε καθηλωτικές εφαρμογές VR/AR.	Καταγραφή αλληλεπιδράσεων σε καθηλωτικές εφαρμογές VR/AR Σημαιολογική αναπαράσταση αλληλεπιδράσεων και τρισδιάστατων αντικειμένων	εκπαίδευση	Απόδοση των αλληλεπιδράσεων καταγραφής σε διαφορετικές διαμορφώσεις. Ελέγξτε την καθυστέρηση δικτύου όταν χρησιμοποιούνται πολλαπλοί χώροι εργασίας
[99]	Ελλάδα	Η έρευνα επικεντρώνεται στην ενσωμάτωση συνδεδεμένων ανοιχτών δεδομένων με κινητή AR.	Ενσωμάτωση LOD cloud σε εφαρμογές AR για ιδρύματα πολιτιστικής κληρονομιάς.	Πολιτιστικής κληρονομιάς.	Αναθεώρηση υπάρχοντων αλγορίθμων αντιστοίχισης για αναγνώριση εικόνας. Σχεδιάστε τη βάση δεδομένων για να ελαχιστοποιήσετε το χρόνο υπολογισμού για τη διαδικασία παρακολούθησης.
[100]	Γερμανία	N/A	Υπολογισμός με επίκεντρο τον άνθρωπο (HCI) Σημαιολογικές γλώσσες περιγραφής ιστού	Βιομηχανία	Πολυτροπικός συνομιλητής με δυνατότητες συγγραφής. Αξιολογήστε το σύστημα σε τρία διαφορετικά σενάρια.
[101]	Πολωνία	Η ερευνητική εργασία συζητά μεγάλης κλίμακας κατανεμημένες υπηρεσίες σηματολογικής επαυξημένης πραγματικότητας.	Αρχιτεκτονική για μεγάλης κλίμακας κατανεμημένες υπηρεσίες AR και αξιολόγηση σηματολογικού ενδιαμέσου λογισμικού.	Εξαγωγή δεδομένων	Αξιολόγηση μεγάλης κλίμακας κατανεμημένες υπηρεσίες AR με σηματολογικό ενδιαμέσο λογισμικό.
[102]	Νορβηγία	Η ερευνητική εργασία συζητά τα αναλυτικά στοιχεία μάθησης με επίγνωση της γνώσης για έξυπνη μάθηση.	Μάθηση αναλυτικών στοιχείων και έξυπνη μάθηση.	Εκπαίδευση	Να παρέχει τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων στην εκπαίδευση. Να προσφέρει προσαρμοστική υποστήριξη και εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες.
[103]	Αργεντινή	Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται σε προγράμματα περιήγησης σηματολογικής επαυξημένης πραγματικότητας.	Σημαιολογικά προγράμματα περιήγησης επαυξημένης πραγματικότητας και οι εφαρμογές τους.	ευφυές σπίτι	Βοηθήστε τους χρήστες στις καθημερινές εργασίες χρησιμοποιώντας επαναχρησιμοποιήσιμες διαδικασίες Ενεργοποίηση δυναμικής αλληλεπίδρασης με εικονικό περιεχόμενο σε πραγματικό περιβάλλον
[104]	Σλοβενία	Η ερευνητική εργασία συζητά τη διαλειτουργικότητα στις κατασκευές και συναφείς τομείς.	Πληροφοριακά Συστήματα Επιχειρήσεων Τεχνολογία Πληροφορικής Κατασκευών	Κατασκευών	Επιχειρηματικές διαδικασίες και τις διοργανωτικές σχέσεις. Διατήρηση της σημασίας των ανταλλασσόμενων δεδομένων και εξασφάλιση ελάχιστης απώλειας περιεχομένου και λειτουργικότητας.
[105]	Ιταλία	Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται στην ενσωμάτωση διαταρακτικών τεχνολογιών με τη διαχείριση εγκαταστάσεων.	Διαχείριση εγκαταστάσεων (FM) και ανατρεπτικές τεχνολογίες.	Κατασκευών	Επανεξέταση των εφαρμογών των ανατρεπτικών τεχνολογιών στα FM Προσδιορίστε τα κενά της έρευνας και τις μελλοντικές ερευνητικές κατευθύνσεις

[106]	Ελλάδα	N/A	Ενίσχυση των λειτουργιών του OpenLab στην Ακρόπολη της Αρχαίας Τίρυνθας.	Πολιτιστικής κληρονομιάς.	Ενίσχυση των λειτουργιών του OpenLab στην Ακρόπολη της Αρχαίας Τίρυνθας μέσω ψηφιακών μέσων.
[107]	Κίνα	Χρήση ψηφιακών δίδυμων	Ευφυής έλεγχος συστημάτων πυροπροστασίας κτιρίων Χρήση ψηφιακών δίδυμων και σημασιολογικών τεχνολογιών ιστού	Κατασκευών	Ψηφιακά δίδυμα και τεχνολογίες σημασιολογικού ιστού για έξυπνο έλεγχο συστημάτων πυροπροστασίας κτιρίων. Ανάπτυξη σταδίου σύντηξης δεδομένων και μηχανισμών ελέγχου που βασίζονται σε πληροφορίες.
[108]	Ιταλία	Αλγόριθμος κατάτμησης επιπέδων για υπάρχοντα κτίρια Αναγνώριση χρώματος με φασματική απεικόνιση	Αυτοματισμοί στις Κατασκευές	Κατασκευών	Αυτόματη μεταφορά δεδομένων σε πραγματικό χρόνο για μετριάσμο του κινδύνου Βελτίωση τεχνολογιών εικονικής πραγματικότητας και επαυξημένης πραγματικότητας
[109]	Ιταλία	N/A	Διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς μέσω της ψηφιοποίησης του χορού Μηχανογραφημένη μοντελοποίηση χορού για τη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς	Πολιτιστικής κληρονομιάς.	Πλήρης ανασκόπηση για τη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς. Μελετήστε τη σχέση μεταξύ χορού και μουσικής.
[110]	ΗΠΑ	N/A	Πλήρης ανασκόπηση του BIM για υποδομές μεταφορών.	Κατασκευών	Βιβλιογραφική ανασκόπηση και κριτική ανάλυση του BIM για υποδομές μεταφορών.
[111]	Γερμανία	Κτίρια από κτηματολόγιο	Γράφημα γνώσης ως μηχανισμός ολοκλήρωσης δεδομένων Εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας (AR) με χρήση γραφημάτων γνώσης	Ανάπτυξη εφαρμογών	Τα πλεονεκτήματα της αποσύνδεσης της πηγής δεδομένων από τις εφαρμογές. Υποστηρίξτε τη φιλοδοξία του Kadaster για τη διάθεση γεωπληροφοριών.
[112]	ΗΠΑ	N/A	Το έργο INCEPTION επικεντρώνεται στην τρισδιάστατη σημασιολογική μοντελοποίηση για την Ευρωπαϊκή Πολιτιστική Κληρονομιά.	Πολιτιστικής κληρονομιάς.	Γέφυρα σημασιολογικών δεδομένων με φυσικά αντικείμενα που χρησιμοποιούν AR Παροχή αποτελεσματικής ανάκτησης σημασιολογικών πληροφοριών με επίγνωση του περιβάλλοντος
[113]	Γαλλία	Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται στη σύνδεση σημασιολογικών τρισδιάστατων μοντέλων με το σύννεφο LOD.	Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) Σύννεφο συνδεδεμένων ανοικτών δεδομένων (LOD)	Ανάπτυξη εφαρμογών	Ένα μοντέλο δεδομένων για αντικείμενα 3D σε κινητές εφαρμογές AR Χρησιμοποιήστε το σύννεφο LOD για ανάκτηση πληροφοριών σε εμπειρίες AR
[114]		Η ερευνητική εργασία επικεντρώνεται στη διαφήμιση για κινητά και την κατάτμηση των καταναλωτών.	Εστίαση στις τυπολογίες πελατών στη διαφήμιση για κινητά στην εποχή του cloud.	Ανάπτυξη εφαρμογών	Τυπολογίες πελατών με βάση την υποκειμενικότητα της θεωρίας Q.

Πίνακας 4.2.1 Γενικές Πληροφορίες Εγγράφων.

Κεφάλαιο 5^ο: Αποτελέσματα

Έπειτα από εκτενής ανάλυση των 114 επιλεγμένων άρθρων, απαντώνται αναλυτικά τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν στο Κεφάλαιο 4 ώστε να μπορέσει να ολοκληρωθεί η έρευνα.

EE1: Ποια είναι τα βασικά οφέλη της συνδυασμένης χρήσης των τεχνολογιών;

Η συνδυασμένη χρήση τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας (AR) και σημασιολογικού ιστού προσφέρει πολλά οφέλη.

1. Ενισχυμένη Εμπειρία Χρήστη

Οι τεχνολογίες αυτές βελτιώνουν την εμπειρία των χρηστών προσφέροντας πιο διαδραστικές και ρεαλιστικές απεικονίσεις, επιτρέποντας στους χρήστες να αλληλοεπιδρούν με το περιβάλλον τους με πιο φυσικό και κατανοητό τρόπο.

2. Εξόρυξη Γνώσης και Διαχείριση Δεδομένων

Οι τεχνολογίες του Semantic Web επιτρέπουν την εξόρυξη γνώσης και την καλύτερη διαχείριση δεδομένων, καθιστώντας την πληροφορία πιο προσβάσιμη και εύκολη στη χρήση.

3. Επαγγελματική Αποτελεσματικότητα

Οι τεχνολογίες αυτές ενισχύουν την επαγγελματική αποτελεσματικότητα προσφέροντας εργαλεία που βελτιώνουν τη συνεργασία και την παραγωγικότητα.

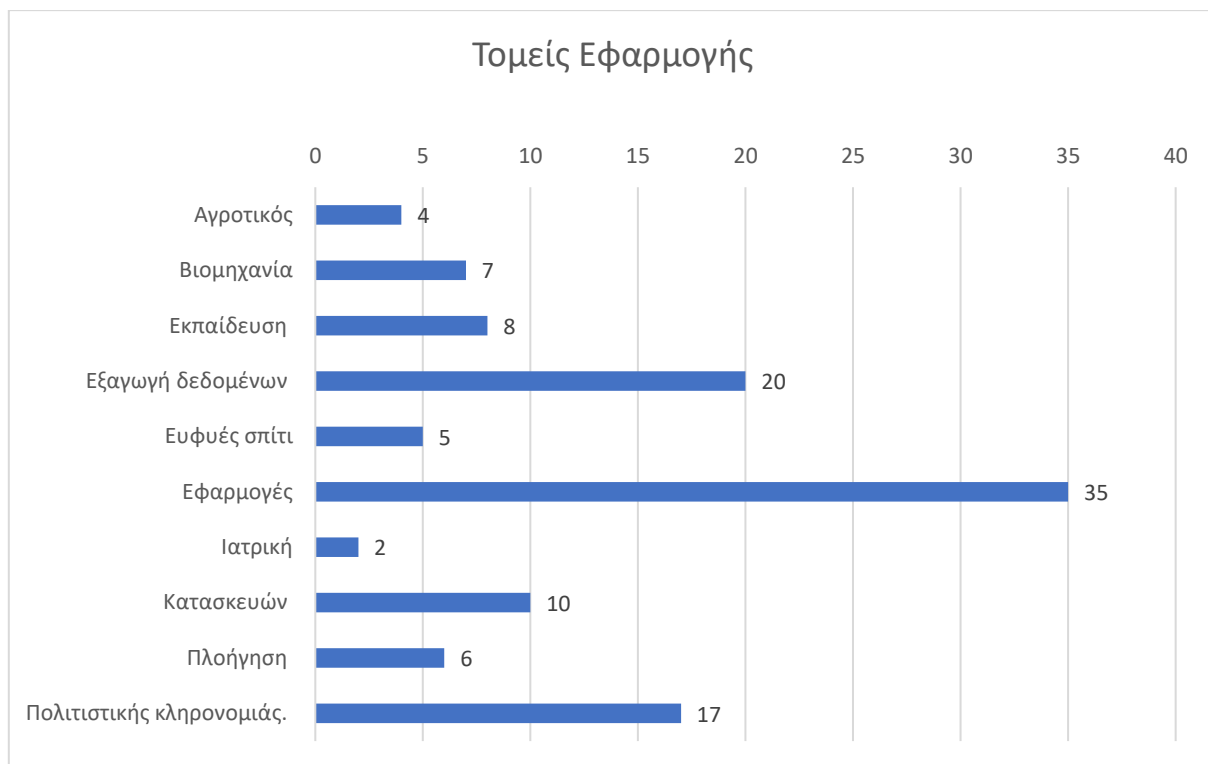
4. Κοινωνική Διάδραση και Επικοινωνία

Οι τεχνολογίες αυτές ενισχύουν την κοινωνική διάδραση και την επικοινωνία μεταξύ των χρηστών μέσω διαδραστικών πλατφορμών και εφαρμογών που υποστηρίζουν την άμεση και αποτελεσματική επικοινωνία.

5. Εκπαίδευση και Κατάρτιση

Οι τεχνολογίες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκπαίδευση και την κατάρτιση, προσφέροντας διαδραστικά και εμπυθιστικά μαθησιακά περιβάλλοντα.

Με τη χρήση αυτών των τεχνολογιών, επιτυγχάνονται βελτιώσεις στην εμπειρία των χρηστών, την επαγγελματική αποτελεσματικότητα, την κοινωνική διάδραση, την εκπαίδευση και την κατάρτιση.



Διάγραμμα 3. Τομείς εφαρμογής

Τομέας Εφαρμογής	Αναφορές
Αγροτικός Τομέας	[10], [13], [64], [82].
Βιομηχανία	[12], [17], [39], [40], [61], [77], [100].
Εκπαίδευση	[19], [36], [49], [54], [68], [87], [98], [102].
Εξαγωγή Δεδομένων	[1], [4], [6], [7], [9], [11], [14], [15], [16], [18], [21], [23], [24], [25], [26], [28], [29], [30], [31], [32].
Ευφυές Σπίτι	[20], [27], [70], [90], [103].
Ιατρική	[22], [52].
Κατασκευές	[48], [62], [65], [67], [89], [104], [105], [107], [108], [110].
Πλοήγηση	[46], [56], [57], [78], [83], [84]
Πολιτιστική Κληρονομιά	[15], [23], [24], [25], [31], [33], [35], [44], [47], [71], [91], [92], [94], [99], [106], [109], [112].
Εφαρμογές	[1], [2], [3], [5], [6], [7], [8], [9], [11], [16], [21], [26], [28], [29], [38], [42], [43], [45], [50], [51], [55], [58], [59], [60], [66], [69], [73], [74], [76], [79], [93], [96], [111], [113], [114].

A/A	Βασικά οφέλη	Αναφορές
1	Ενισχυμένη Εμπειρία Χρήστη	[1], [3], [4], [6], [10], [13], [14], [15], [16], [17], [19], [20], [26], [27], [28], [29], [31], [32], [33], [36], [38], [44], [45], [47], [48], [49], [52], [56], [58], [59], [60], [62], [63], [64], [66], [68], [69], [71], [77], [78], [79], [81], [83], [84], [85], [86], [87], [88], [90], [91], [96], [98], [99], [100], [101], [102], [103], [105], [109], [112].
2	Εξόρυξη Γνώσης και Διαχείριση Δεδομένων	[18], [22], [23], [28], [30], [37], [38], [40], [43], [51], [53], [55], [57], [64], [65], [67], [73], [74], [76], [77], [78], [80], [81], [88], [89], [91], [94], [96], [99], [104], [107], [108]
3	Επαγγελματική Αποτελεσματικότητα	[12], [64], [39], [42], [43], [53], [65], [82], [73], [93], [97], [107], [110].
4	Κοινωνική Διάδραση και Επικοινωνία	[5], [19], [33], [34], [35], [36], [41], [49], [50], [37], [71], [65], [83], [84], [87], [90], [76], [80], [98], [112], [114].
5	Εκπαίδευση και Κατάρτιση	[19], [24], [25], [91], [41], [49], [54], [68], [70], [72], [51], [55], [79], [65], [82], [87], [74], [92], [93], [95], [106], [107], [109].

Πίνακας 5.1.1 Βασικά οφέλη με αναφορές στις έρευνες

EE2: Ποια είναι τα κύρια μειονεκτήματα και προκλήσεις που συναντώνται με τη συνδυασμένη χρήση αυτών των τεχνολογιών;

Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) και οι τεχνολογίες σημασιολογικού ιστού παρουσιάζουν και αυτές με τη σειρά τους ορισμένα **μειονεκτήματα**. Ένα μειονέκτημα που αξίζει να αναφερθεί είναι η περιορισμένη διαθεσιμότητα σχετικών και ακριβών πληροφοριών στον τομέα AR. Επί του παρόντος, δεν υπάρχει επαρκής έρευνα για την ανάπτυξη σημασιολογικών μεθόδων ανάκτησης πληροφοριών για AR, η οποία επηρεάζει τη συνάφεια των αποτελεσμάτων αναζήτησης [78]. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι η έλλειψη τυποποίησης στην ανάπτυξη εφαρμογών AR. Χρησιμοποιούνται διαφορετικές τεχνολογίες, υποδομές και λειτουργίες, καθιστώντας δύσκολη την καθιέρωση μιας ομοιόμορφης διαδικασίας για τη δημιουργία συστημάτων AR [55]. Επιπλέον, η ενσωμάτωση των τεχνολογιών AR και σημασιολογικού ιστού απαιτεί εμπειρογνομοσύνη και στους δύο τομείς, γεγονός που μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο για προγραμματιστές και ερευνητές.[58] Τέλος, ο συνδυασμός των τεχνολογιών AR και σημασιολογικού ιστού μπορεί να προκαλέσει προβλήματα προστασίας της ιδιωτικής ζωής και της ασφάλειας, καθώς τα προσωπικά δεδομένα και οι ευαίσθητες πληροφορίες θα μπορούσαν να προσπελαστούν και να μοιραστούν μέσω αυτών των συστημάτων[56]. Τέλος υπάρχουν σημαντικά βήματα που θα πρέπει να γίνουν ώστε η AR να συμβάλει ουσιαστικά στη διευκόλυνση της καθημερινότητας των ατόμων με ειδικές ανάγκες.

Μειονεκτήματα Χρήσης Τεχνολογιών



Διάγραμμα 4. Μειονεκτήματα με τη συνδυασμένη χρήση τεχνολογιών

Μειονεκτήματα Χρήσης Τεχνολογιών

1. Ασυνέπεια Δεδομένων (17.95%)

Η ασυνέπεια δεδομένων αναφέρεται στην έλλειψη συνέπειας και ακρίβειας στα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στις τεχνολογίες. Αυτό μπορεί να συμβεί όταν τα δεδομένα προέρχονται από πολλαπλές πηγές με διαφορετικές μορφές και πρότυπα. Η ασυνέπεια μπορεί να προκαλέσει λανθασμένες αναλύσεις και αποφάσεις, καθώς και δυσκολίες στην ενοποίηση των δεδομένων.

2. Ανεπαρκή Δεδομένα (18.80%)

Τα ανεπαρκή δεδομένα υποδεικνύουν ότι δεν υπάρχουν αρκετά δεδομένα για να υποστηρίξουν την αποτελεσματική χρήση των τεχνολογιών. Η έλλειψη επαρκών δεδομένων μπορεί να επηρεάσει την ακρίβεια των αναλύσεων και των αποτελεσμάτων, περιορίζοντας την ικανότητα των τεχνολογιών να παρέχουν αξιόπιστες και χρήσιμες πληροφορίες.

3. Μη εξοικειωμένο προσωπικό / Έλλειψη γνώσης (18.80%)

Η έλλειψη εξοικείωσης και γνώσης του προσωπικού σχετικά με τις νέες τεχνολογίες αποτελεί σημαντικό μειονέκτημα. Χωρίς την κατάλληλη εκπαίδευση και εξειδίκευση, το προσωπικό μπορεί να μην είναι σε θέση να χρησιμοποιήσει πλήρως τις δυνατότητες των τεχνολογιών, οδηγώντας σε χαμηλή αποδοτικότητα και πιθανά λάθη κατά τη χρήση.

4. Αναξιόπιστες εξελίξεις της τεχνολογίας (27.35%)

Οι αναξιόπιστες τεχνολογικές εξελίξεις αναφέρονται στην αστάθεια και την αβεβαιότητα που συνοδεύουν τις νέες τεχνολογικές εξελίξεις. Οι τεχνολογίες μπορεί να είναι νέες και να μην έχουν δοκιμαστεί επαρκώς, οδηγώντας σε αναπάντεχα προβλήματα και αστοχίες.

5. Προβλήματα ασφάλειας δεδομένων (11.11%)

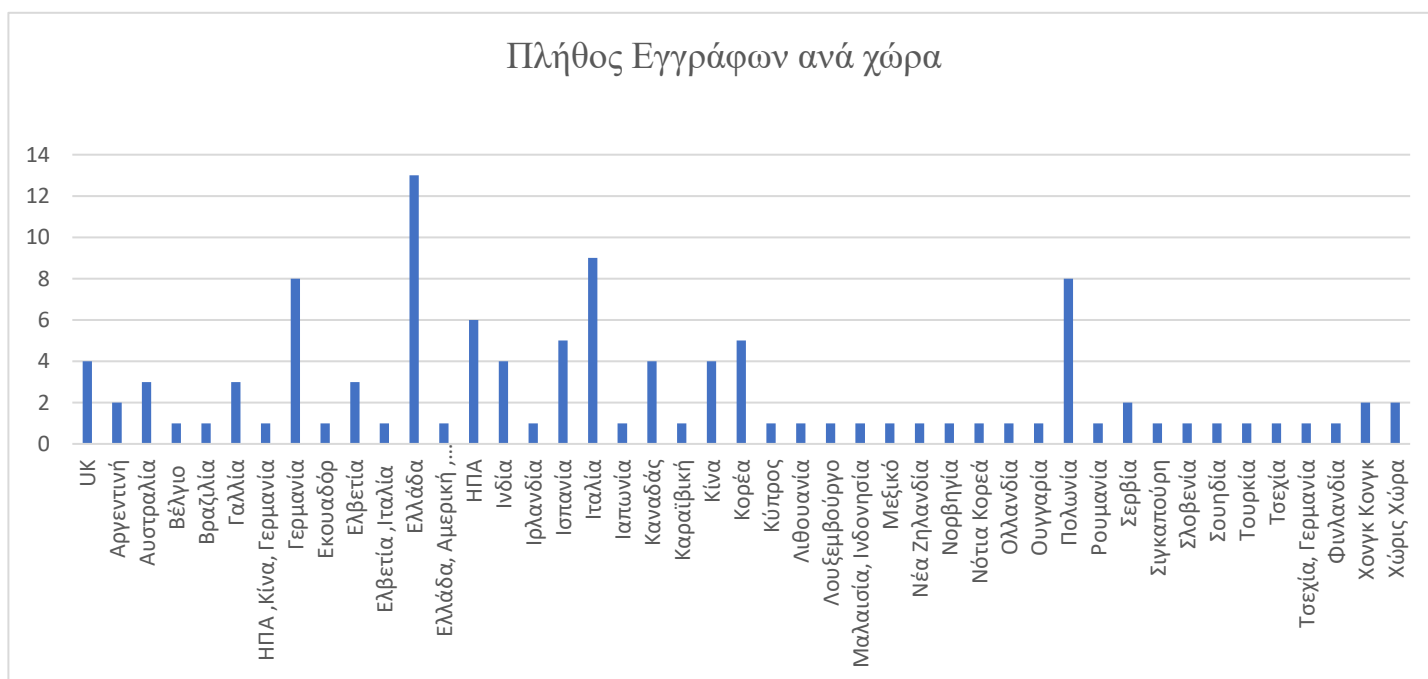
Τα προβλήματα ασφάλειας δεδομένων αφορούν τις ανησυχίες σχετικά με την προστασία των δεδομένων από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση, διαρροές ή επιθέσεις. Η ασφάλεια δεδομένων είναι κρίσιμη, καθώς οι παραβιάσεις μπορούν να οδηγήσουν σε απώλεια εμπιστοσύνης, νομικές επιπτώσεις και οικονομικές ζημιές.

6. Ασυμβατότητα τεχνολογίας (5.98%)

Η ασυμβατότητα τεχνολογίας αναφέρεται στην έλλειψη συμβατότητας μεταξύ διαφορετικών τεχνολογιών ή συστημάτων. Όταν οι τεχνολογίες δεν είναι συμβατές μεταξύ τους, μπορεί να προκύψουν δυσκολίες στην ενσωμάτωσή τους, καθιστώντας δύσκολη τη διαχείριση και τη συντήρηση των συστημάτων. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένο κόστος και μειωμένη αποδοτικότητα.

Η συνδυασμένη χρήση τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας και σημασιολογικού ιστού παρουσιάζει **πολλές προκλήσεις**. Μια πρόκληση είναι ο χειρισμός δεδομένων από ετερογενείς πηγές, η οποία μπορεί να αντιμετωπιστεί χρησιμοποιώντας τα οφέλη των τεχνολογιών σημασιολογικού ιστού, όπως η ενσωμάτωση δεδομένων και ένα ενοποιημένο μοντέλο δεδομένων.[86] Μια άλλη πρόκληση είναι η περιορισμένη διαθεσιμότητα πηγών δεδομένων στα τρέχοντα προγράμματα περιήγησης επαυξημένης πραγματικότητας, παρά τον τεράστιο όγκο διαθέσιμων δεδομένων. Ο σημασιολογικός ιστός μπορεί να βοηθήσει στη γεφύρωση αυτού του χάσματος παρέχοντας διαθέσιμες στο κοινό σημασιολογικές πηγές δεδομένων [78]. Στο πλαίσιο της εκπαίδευσης, οι προκλήσεις στην ανάπτυξη μέσω μάθησης με τη βοήθεια επαυξημένης πραγματικότητας περιλαμβάνουν την τήρηση προτύπων υλικού και λογισμικού και την εύρεση κατάλληλων αναφορών για την ανάπτυξη περιεχομένου [119]. Για τα εσωτερικά συστήματα πλοήγησης που ενσωματώνουν επαυξημένη πραγματικότητα, μια πρόκληση είναι η έλλειψη τυποποίησης στις διαδικασίες και ο χειρισμός πληροφοριών με βάση τα συμφραζόμενα σε ιδιόκτητες μορφές. Η ενσωμάτωση της επαυξημένης πραγματικότητας και των τεχνολογιών σημασιολογικού ιστού μπορεί να αντιμετωπίσει αυτές τις προκλήσεις παρέχοντας ένα μοντέλο ανεξάρτητο από πλατφόρμα για οδηγίες πλοήγησης και πληροφορίες με βάση τα συμφραζόμενα [56].

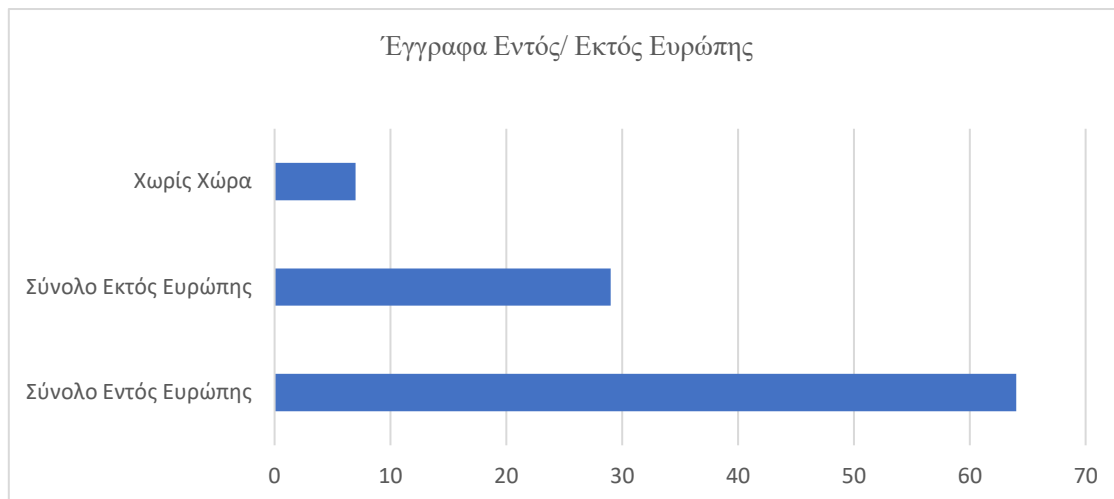
ΕΕ3: Σε ποιες χώρες έχουν πραγματοποιηθεί κυρίως έρευνες και πειράματα;



Διάγραμμα 5 Πλήθος εγγράφων ανά χώρα

Στο παραπάνω διάγραμμα απεικονίζονται οι χώρες στις οποίες εντοπίσαμε με βάση την έρευνα ότι πραγματοποιήθηκαν οι περισσότερες έρευνες και πειράματα. Όπως διαπιστώνουμε η Ελλάδα η Γερμανία η Ιταλία και η Πολωνία παρουσιάζουν τις περισσότερες έρευνες πάνω στην AR σε συνδυασμό με τον Σημσιολογικό Ιστό.

Στα επόμενα διαγράμματα ομαδοποιήσαμε τα έγγραφα που προέρχονται από τις χώρες της Ε.Ε. και τις χώρες εκτός Ε.Ε. ενώ δημιουργήθηκε και ο ανάλογος πίνακας ανά έτος και χώρα ώστε να παρουσιασθούν οι χρονολογίες στις παρουσιάζονται οι περισσότερες έρευνες.



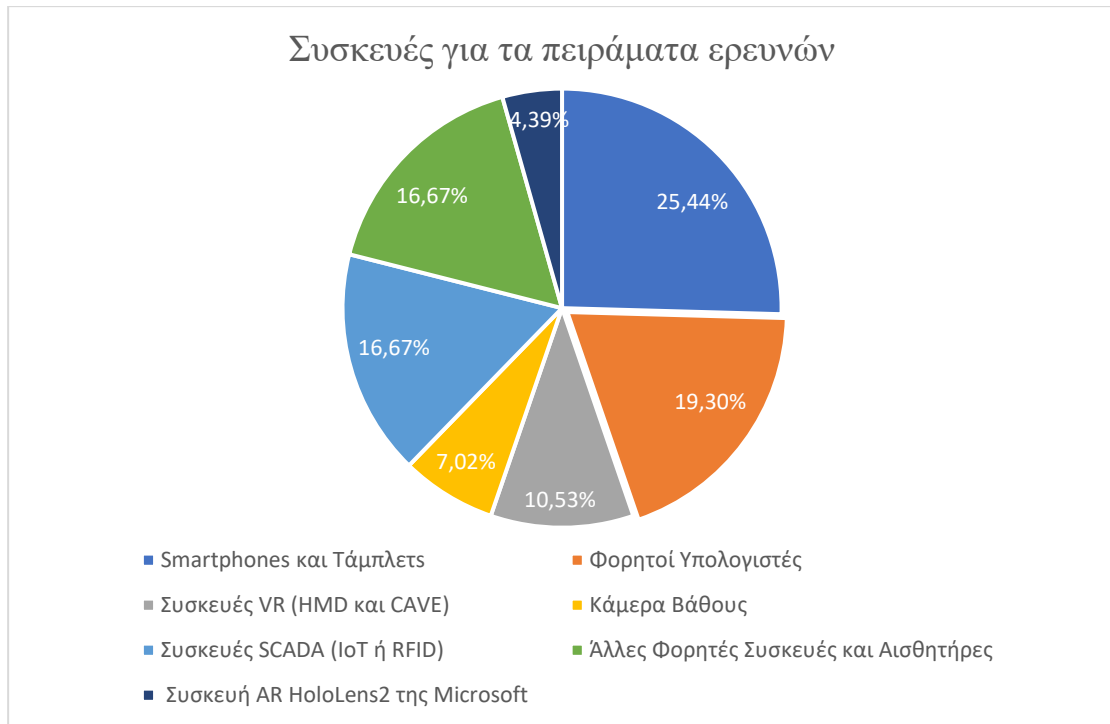
Διάγραμμα 6 Πλήθος εγγράφων εντός και εκτός Ευρώπης

Χώρα	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Σύνολο	Επι%	
UK			2		1				1	4	3,51%	
Αργεντινή							2			2	1,75%	
Αυστραλία			1		1	1				3	2,63%	
Βέλγιο					1					1	0,88%	
Βραζιλία								1		1	0,88%	
Γαλλία	1	1						1		3	2,63%	
ΗΠΑ ,Κίνα, Γερμανία		1								1	0,88%	
Γερμανία	1	2	1			1	1	2		8	7,02%	
Εκουαδόρ			1							1	0,88%	
Ελβετία	1							2		3	2,63%	
Ελβετία ,Ιταλία								1		1	0,88%	
Ελλάδα			3	2		2	2	3	1	13	11,40%	
Ελλάδα, Αμερική , Αυστραλία						1				1	0,88%	
ΗΠΑ	2		1	1		1		1		6	5,26%	
Ινδία						1		2	1	4	3,51%	
Ιρλανδία								1		1	0,88%	
Ισπανία	1					1	2	1		5	4,39%	
Ιταλία	2			1		2	1		3	9	7,89%	
Ιαπωνία				1						1	0,88%	
Καναδάς						3			1	4	3,51%	
Καραϊβική								1		1	0,88%	
Κίνα							2	1	1	4	3,51%	
Κορέα		1	1		1			1	1	5	4,39%	
Κύπρος				1						1	0,88%	
Λιθουανία			1							1	0,88%	
Λουξεμβούργο						1				1	0,88%	
Μαλαισία, Ινδονησία			1							1	0,88%	
Μεξικό							1			1	0,88%	
Νέα Ζηλανδία								1		1	0,88%	
Νορβηγία					1					1	0,88%	
Νότια Κορέα	1									1	0,88%	
Ολλανδία						1				1	0,88%	
Ουγγαρία	1									1	0,88%	
Πολωνία			2	3		3				8	7,02%	
Ρουμανία		1								1	0,88%	
Σερβία					1	1				2	1,75%	
Σιγκαπούρη		1								1	0,88%	
Σλοβενία						1				1	0,88%	
Σουηδία									1	1	0,88%	
Τουρκία						1				1	0,88%	
Τσεχία								1		1	0,88%	
Τσεχία, Γερμανία							1			1	0,88%	
Φινλανδία					1					1	0,88%	
Χονγκ Κονγκ						1			1	2	1,75%	
Χώρις Χώρα	1				1					2	1,75%	
										Σύνολο:	114	100,00%

Πίνακας 5.3.1 Πλήθος εγγράφων εντός και εκτός Ευρώπης

EE4: Ποιες συσκευές και μεθοδολογίες χρησιμοποιούνται κυρίως για τη διεξαγωγή πειραμάτων;

Τα πειράματα, όπως προέκυψε από την έρευνα, διεξάγονται κυρίως με τη χρήση φορητών και κινητών συσκευών, όπως υπολογιστές tablet και smartphone. Αυτές οι συσκευές χρησιμοποιούνται για εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας (AR). [44]. Επιπλέον, η χρήση συσκευών επαυξημένης πραγματικότητας, συμπεριλαμβανομένων φορητών οθονών και προβολέων, αναφέρεται για τη δημιουργία σύνθετων σκηνών σε πραγματικά περιβάλλοντα δοκιμών [56].



Διάγραμμα 7. Συσκευές που χρησιμοποιούνται για τα πειράματα ερευνών

1. Smartphones και Ταμπλέτες:

Αυτές οι φορητές συσκευές είναι οι πλέον διαδεδομένες και εύκολα προσβάσιμες από το κοινό. Η χρήση τους για AR εφαρμογές είναι δημοφιλής λόγω του ενσωματωμένου επεξεργαστή, των καμερών και των αισθητήρων που διαθέτουν.

2. Φορητοί Υπολογιστές:

Αυτές οι συσκευές παρέχουν μεγαλύτερη οθόνη και επεξεργαστική ισχύ από τα smartphones και τις ταμπλέτες, κάνοντάς τους κατάλληλους για πιο προηγμένες εφαρμογές AR.

3. Συσκευές VR (HMD και CAVE): Οι συσκευές εικονικής πραγματικότητας παρέχουν μια εμπυθιστική εμπειρία και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία εντυπωσιακών AR εφαρμογών.

4. Κάμερα Βάθους: Αυτές οι κάμερες είναι σημαντικές για εφαρμογές AR που απαιτούν βαθύτερη κατανόηση του περιβάλλοντος.

5. Συσκευές SCADA (IoT ή RFID): Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη συλλογή δεδομένων από το περιβάλλον και την ενσωμάτωσή τους σε AR εφαρμογές.

6. Άλλες Φορητές Συσκευές και Αισθητήρες: Αισθητήρες όπως επιταχυνσιόμετρα, ψηφιακές πυξίδες, GPS κ.ά. είναι σημαντικοί για την ακρίβεια και την εμπειρία AR.

7. Συσκευή AR HoloLens2 της Microsoft: Αυτή η συσκευή παρέχει μια προηγμένη εμπειρία AR με ενσωματωμένη επεξεργαστική ισχύ και κάμερες υψηλής ανάλυσης.

Με βάση τα παραπάνω παρατηρούμε σε ορισμένα από τα πειράματα χρησιμοποιούνται οι κάμερες και οι αισθητήρες (όπως αισθητήρες κίνησης, αισθητήρες βάθους κ.λπ.) κυρίως λόγους ανίχνευσης του περιβάλλοντος και την παρακολούθηση των κινήσεων του χρήστη, καθώς και για τη δημιουργία ενισχυμένης πραγματικότητας. Επίσης παρατηρούμε ότι χρησιμοποιείται το HMD μια συσκευή που

φοριέται στο κεφάλι και προβάλλει ψηφιακά περιεχόμενα, όπως επαυξημένη πραγματικότητα (AR) ή εικονική πραγματικότητα (VR), μπροστά στα μάτια του χρήστη. Αυτές οι συσκευές είναι συνήθως χρησιμοποιούμενες σε εφαρμογές όπως τα βιντεοπαιχνίδια, τον τομέα της εκπαίδευσης και την βιομηχανία της ψυχαγωγίας. Στην έρευνα μας βρίσκουν εφαρμογή στον τουρισμό σε τουριστικούς οδηγούς και στην αρχιτεκτονική. Επίσης παρατηρούμε τη συσκευή HoloLens 2 η οποία είναι μια συσκευή επαυξημένης πραγματικότητας (AR) που αναπτύχθηκε από τη Microsoft. Αυτή η συσκευή στοχεύει στο να προσφέρει μια εντυπωσιακή εμπειρία AR σε επαγγελματίες και επιχειρηματίες σε διάφορους τομείς, όπως η βιομηχανία, η εκπαίδευση, η υγεία. Χαρακτηριστικά της είναι η εντυπωσιακή εικόνα και ο προηγμένος ήχος.

Γενικά παρατηρούμε ότι χρησιμοποιούνται σε αρκετές έρευνες φορητές συσκευές όπως Tablet , Smartphones, και συσκευές AR εξαιτίας του ότι έχουν εφαρμογή σε πολλούς τομείς και μπορεί να φανούν χρήσιμα σε πολλούς πειραματισμούς.

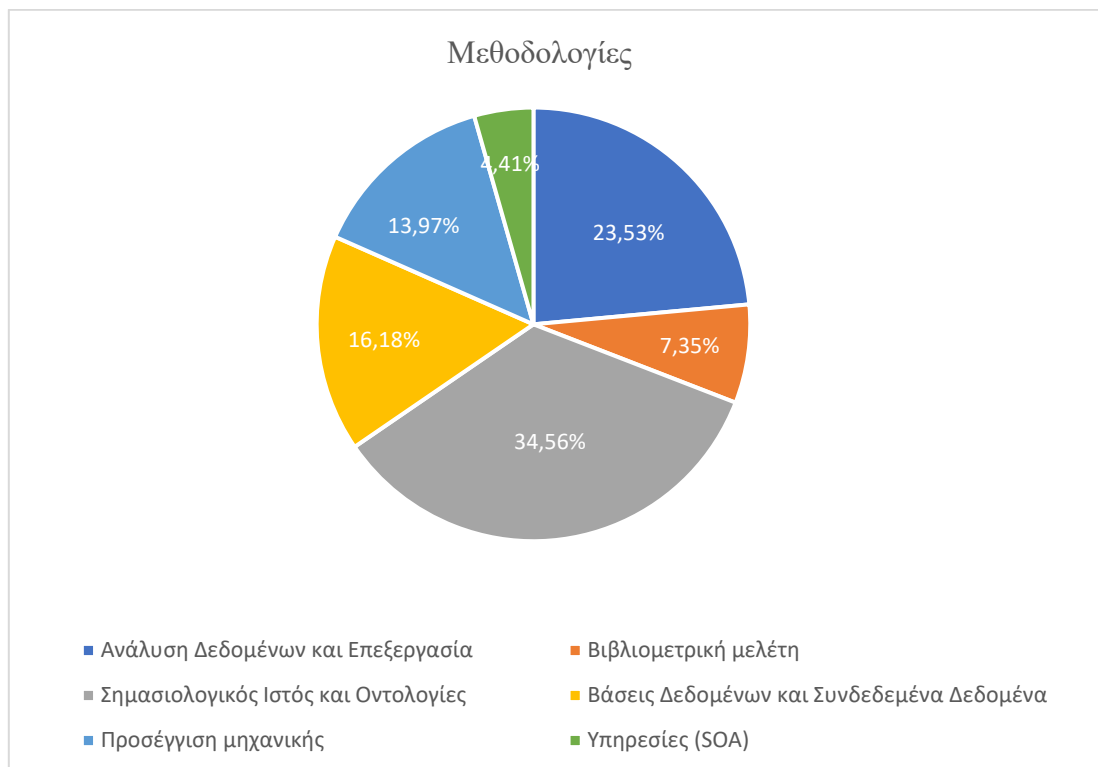


Figure 8 Μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται για τα πειράματα ερευνών

1. Βάσεις Δεδομένων και Συνδεδεμένα Δεδομένα: Η αποθήκευση και η διαχείριση των δεδομένων είναι κρίσιμες για την ανάπτυξη εφαρμογών AR και σημαιολογικού ιστού. Οι βάσεις δεδομένων πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να υποστηρίζουν την αποθήκευση και την ανάκτηση δεδομένων που απαιτούνται για τις AR εφαρμογές, ενώ τα συνδεδεμένα δεδομένα επιτρέπουν την ολοκλήρωση διαφορετικών πηγών δεδομένων σε ένα ενιαίο περιβάλλον.

2. Σημαιολογικός Ιστός και Οντολογίες: Ο σημαιολογικός ιστός επιτρέπει την ερμηνεία και τον συνδυασμό των δεδομένων με βάση το περιεχόμενό τους, κάτι που είναι κρίσιμο για τις AR εφαρμογές που περιλαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον. Οι οντολογίες ορίζουν τις σχέσεις μεταξύ των δεδομένων και τους κανόνες επεξεργασίας τους.

3. Ανάλυση Δεδομένων και Επεξεργασία: Η ανάλυση δεδομένων είναι σημαντική για την εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών από τα δεδομένα της AR και του σημασιολογικού ιστού. Η επεξεργασία δεδομένων περιλαμβάνει τη μετατροπή, την ανάλυση και την απεικόνιση των δεδομένων σε μορφή που είναι κατανοητή και χρήσιμη για τον χρήστη.

4. Υπηρεσίες (SOA): Η αρχιτεκτονική υπηρεσιών (SOA) επιτρέπει την ανάπτυξη εφαρμογών που αποτελούνται από ένα σύνολο ανεξάρτητων υπηρεσιών που επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω τυποποιημένων πρωτοκόλλων.

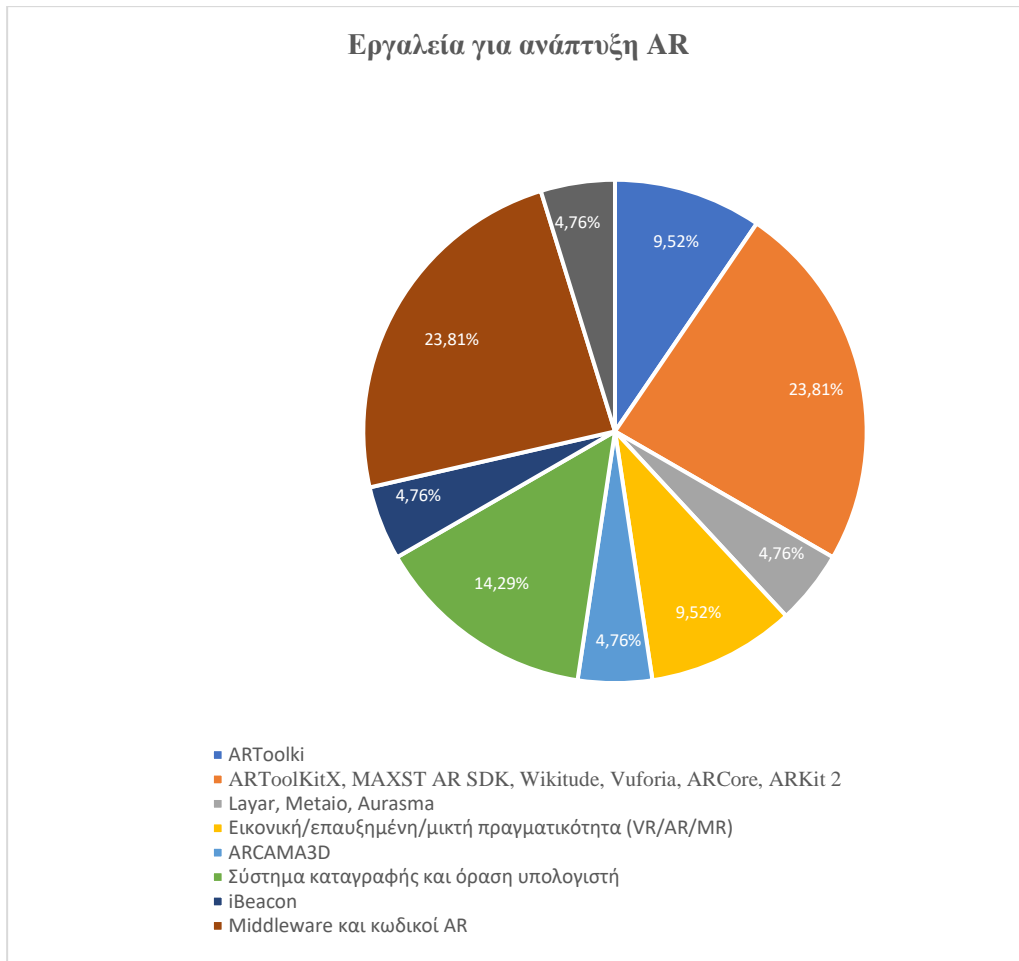
5. Προσέγγιση μηχανικής: Η μηχανική μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αυτοματοποίηση και τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών ανάπτυξης και επεξεργασίας των δεδομένων.

6. Βιβλιομετρική μελέτη: Η βιβλιομετρική μελέτη είναι σημαντική για την αξιολόγηση της επίδρασης και της ποιότητας των επιστημονικών εργασιών στον τομέα των τεχνολογιών Επαυξημένης Πραγματικότητας και του Σημασιολογικού Ιστού.

Οι μεθοδολογίες επαυξημένης πραγματικότητας (AR) περιλαμβάνουν την ενσωμάτωση της τεχνολογίας AR με άλλες τεχνολογίες όπως ο Σημασιολογικός Ιστός για την ενίσχυση της εμπειρίας του χρήστη και την παροχή πρόσθετων πληροφοριών σχετικά με το φυσικό περιβάλλον. Τα προγράμματα περιήγησης AR, για παράδειγμα, χρησιμοποιούν πληροφορίες με επίγνωση τοποθεσίας για να επεκτείνουν το φυσικό περιβάλλον με εικονικά στοιχεία και πληροφορίες με επίγνωση περιβάλλοντος [56][78]. Ο Σημασιολογικός Ιστός, από την άλλη πλευρά, βοηθά στην ενσωμάτωση δεδομένων, παρέχοντας ένα ενοποιημένο μοντέλο δεδομένων και πρόσβαση σε διαθέσιμες στο κοινό σημασιολογικές πηγές δεδομένων [44]. Συνδυάζοντας τεχνολογίες AR και Σημασιολογικού Ιστού, είναι δυνατό να δημιουργηθούν συστήματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορες εφαρμογές όπως ο τουρισμός, η ψυχαγωγία, η πλοήγηση και η υποβοηθούμενη διαβίωση [58]. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν τα οφέλη και των δύο τεχνολογιών για να παρουσιάσουν πληροφορίες και περιεχόμενο με πιο ουσιαστικό και χρήσιμο τρόπο, επιτρέποντας στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους με πιο διαισθητικό τρόπο [64]. Επιπλέον, ο συνδυασμός AR, IoT και Σημασιολογικού Ιστού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία και ανάπτυξη βάσεων γνώσεων και έξυπνων εφαρμογών σε τομείς όπως η γεωργία, παρέχοντας στους αγρότες χρήσιμες πληροφορίες και βελτιστοποιώντας τις καλλιέργειές τους .

EE5: Ποια είναι τα κύρια εργαλεία, τύποι AR και λειτουργικά συστήματα ανάπτυξης που χρησιμοποιούνται ;

Τα κύρια εργαλεία που χρησιμοποιούνται στην επαυξημένη πραγματικότητα (AR) περιλαμβάνουν τα Vuforia, Layar, Metaio, Aurasma και Wikitude [38]. Αυτά τα εργαλεία παρέχουν στους προγραμματιστές τη δυνατότητα να κατασκευάζουν εφαρμογές AR για κινητά που βασίζονται είτε σε κατευθυντική είτε σε αύξηση βάσει εικόνας [85]. Μια επιλογή από αυτές τις πλατφόρμες παρέχει επίσης φιλικά προς το χρήστη μέσα για τη δημιουργία αυξήσεων συγκεκριμένων θέσεων ή αντικειμένων[49]. Όσον αφορά τις ταξινομήσεις AR, υπάρχουν δύο κοινώς χρησιμοποιούμενες μεθοδολογίες: κατευθυντική και βασισμένη στην εικόνα αύξηση [55]. Η κατευθυντική αύξηση συνεπάγεται την υπέρθεση ψηφιακών πληροφοριών στην προοπτική του χρήστη ανάλογα με τον προσανατολισμό και τη θέση του, ενώ η αύξηση βάσει εικόνας χρησιμοποιεί αναγνώριση εικόνας για την επικάλυψη ψηφιακού περιεχομένου σε καθορισμένα αντικείμενα ή δείκτες [57]. Όσον αφορά τα λειτουργικά συστήματα, οι εφαρμογές AR μπορούν να διαμορφωθούν για διάφορες πλατφόρμες όπως Android, iOS και Windows.



Διάγραμμα 9 Εργαλεία για ανάπτυξη AR

1. ARToolkit

Το ARToolkit είναι ένα εργαλείο ανοιχτού κώδικα για την ανάπτυξη εφαρμογών AR. Συνδυάζοντας το ARToolkit με τον σημασιολογικό ιστό, οι προγραμματιστές μπορούν να δημιουργήσουν εφαρμογές που ανιχνεύουν μαρκαρίσματα (markers) και ενσωματώνουν πλούσιο σημασιολογικό περιεχόμενο, όπως δεδομένα από το διαδίκτυο ή βάσεις δεδομένων που συνδέονται με αυτά τα μαρκαρίσματα.

2. MAXST AR SDK, Wikitude, Vuforia, ARCore, ARKit 2

Αυτά τα εργαλεία ανάπτυξης AR προσφέρουν εξελιγμένες δυνατότητες για την αναγνώριση και παρακολούθηση αντικειμένων, εικόνων και γεωγραφικών τοποθεσιών. Σε συνδυασμό με τον

σημασιολογικό ιστό, μπορούν να προσφέρουν αναλυτικές και εμπλουτισμένες πληροφορίες που σχετίζονται με το περιεχόμενο που αναγνωρίζεται:

MAXST AR SDK: Προσφέρει αναγνώριση περιβάλλοντος και αντικειμένων, επιτρέποντας την ενσωμάτωση δεδομένων από τον σημασιολογικό ιστό για πλουσιότερη εμπειρία χρήστη.

Wikitude: Χρησιμοποιεί τεχνολογίες αναγνώρισης εικόνας και γεωγραφικών τοποθεσιών για την απόκτηση και εμφάνιση σχετικών δεδομένων από τον σημασιολογικό ιστό.

Vuforia: Ιδανικό για βιομηχανικές εφαρμογές όπου η ακριβής αναγνώριση αντικειμένων και η ενσωμάτωση δεδομένων από τον σημασιολογικό ιστό είναι κρίσιμες.

ARCore και ARKit 2: Οι πλατφόρμες αυτές της Google και της Apple, αντίστοιχα, προσφέρουν δυνατότητες ανίχνευσης επιπέδων και παρακολούθησης προσώπου, επιτρέποντας την ενσωμάτωση σημασιολογικών δεδομένων για πιο εμπλουτισμένη εμπειρία χρήστη.

3. Layar, Metaio, Aurasma

Παρόλο που αυτά τα εργαλεία δεν χρησιμοποιούνται πλέον ευρέως, έθεσαν τα θεμέλια για την ενσωμάτωση της AR με τον σημασιολογικό ιστό, επιτρέποντας την αναγνώριση αντικειμένων και την προβολή σημασιολογικών δεδομένων που σχετίζονται με αυτά.

4. Εικονική/επαυξημένη/μικτή πραγματικότητα (VR/AR/MR)

Ο συνδυασμός της AR, VR και MR με τον σημασιολογικό ιστό επιτρέπει τη δημιουργία εμπυθιστικών εμπειριών όπου τα εικονικά αντικείμενα και περιβάλλοντα μπορούν να εμπλουτιστούν με σημασιολογικά δεδομένα. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την παρουσίαση πληροφοριών που σχετίζονται με αντικείμενα σε πραγματικό χρόνο, την εκπαίδευση χρηστών σε εικονικά περιβάλλοντα με πλούσια δεδομένα, και την ενίσχυση της επικοινωνίας και της συνεργασίας σε μικτά περιβάλλοντα.

5. ARCAMA3D

Η τεχνολογία ARCAMA3D συνδέει τρισδιάστατα (3D) μοντέλα με το διαδίκτυο και τις υπηρεσίες του σημασιολογικού ιστού, προσφέροντας δυνατότητες επαυξημένης πραγματικότητας. Αυτό επιτρέπει στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με 3D μοντέλα και να λαμβάνουν σημασιολογικές πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, π.χ., σε μουσεία ή αρχαιολογικούς χώρους.

6. Σύστημα καταγραφής και όραση υπολογιστή

Αυτές οι τεχνολογίες χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση και την αναγνώριση του περιβάλλοντος, επιτρέποντας την υλοποίηση AR. Η όραση υπολογιστή μπορεί να αναγνωρίζει αντικείμενα και να τα συνδέει με σημασιολογικά δεδομένα, προσφέροντας στους χρήστες σχετικές πληροφορίες για τα αντικείμενα που βλέπουν.

7. XR (AR, VR, MR)

Ο όρος XR αναφέρεται στο γενικότερο φάσμα των τεχνολογιών AR, VR και MR. Ο συνδυασμός αυτών των τεχνολογιών με τον σημασιολογικό ιστό επιτρέπει την δημιουργία εμπειριών όπου ο φυσικός και ο ψηφιακός κόσμος συνδέονται μέσω πλούσιων, σημασιολογικών δεδομένων.

8. iBeacon

Το iBeacon χρησιμοποιείται για την αναγνώριση της τοποθεσίας του χρήστη και την παροχή πληροφοριών βασισμένων στην τοποθεσία. Σε συνδυασμό με την AR, το iBeacon μπορεί να

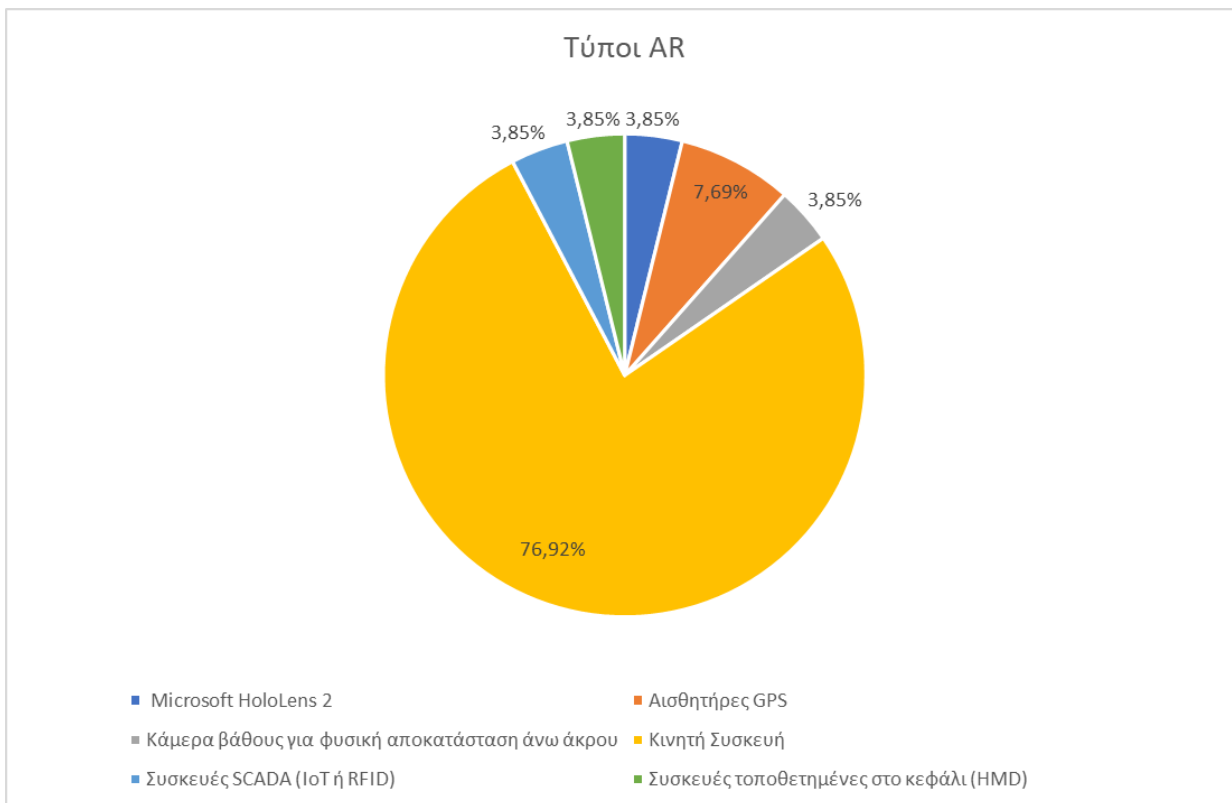
προσφέρει προσαρμοσμένο περιεχόμενο με βάση την τοποθεσία του χρήστη, εμπλουτισμένο με σημασιολογικά δεδομένα.

9. Middleware και κωδικοί AR

Αυτά τα εργαλεία και οι τεχνολογίες χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη και τη διαχείριση εφαρμογών AR. Το middleware μπορεί να λειτουργήσει ως γέφυρα μεταξύ των εφαρμογών AR και του σημασιολογικού ιστού, επιτρέποντας την άντληση και την εμφάνιση σημασιολογικών δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.

10. Unity 3D

Το Unity 3D είναι ένα από τα πιο δημοφιλή περιβάλλοντα ανάπτυξης για παιχνίδια και εφαρμογές AR. Οι προγραμματιστές μπορούν να χρησιμοποιήσουν το Unity για να δημιουργήσουν εφαρμογές AR που ενσωματώνουν σημασιολογικά δεδομένα από τον ιστό, παρέχοντας πλούσιες και διαδραστικές εμπειρίες στους χρήστες.



Διάγραμμα 9. Τύποι AR που χρησιμοποιούνται

1. Microsoft HoloLens 2 (3.85%)

Ένα προηγμένο σετ γυαλιών AR που επιτρέπει την αλληλεπίδραση με εικονικά αντικείμενα στο φυσικό περιβάλλον.

2. Αισθητήρες GPS (3.85%)

Χρησιμοποιούνται για την παροχή πληροφοριών βασισμένων στην τοποθεσία, επιτρέποντας την εμφάνιση επαυξημένου περιεχομένου σε συγκεκριμένες τοποθεσίες.

3. Κάμερα βάθους για φυσική αποκατάσταση άνω άκρου (3.85%)

Χρησιμοποιείται για την ανίχνευση και την παρακολούθηση κινήσεων, ιδιαίτερα σε εφαρμογές αποκατάστασης και φυσικής αγωγής.

4. Κινητή Συσκευή (76.92%)

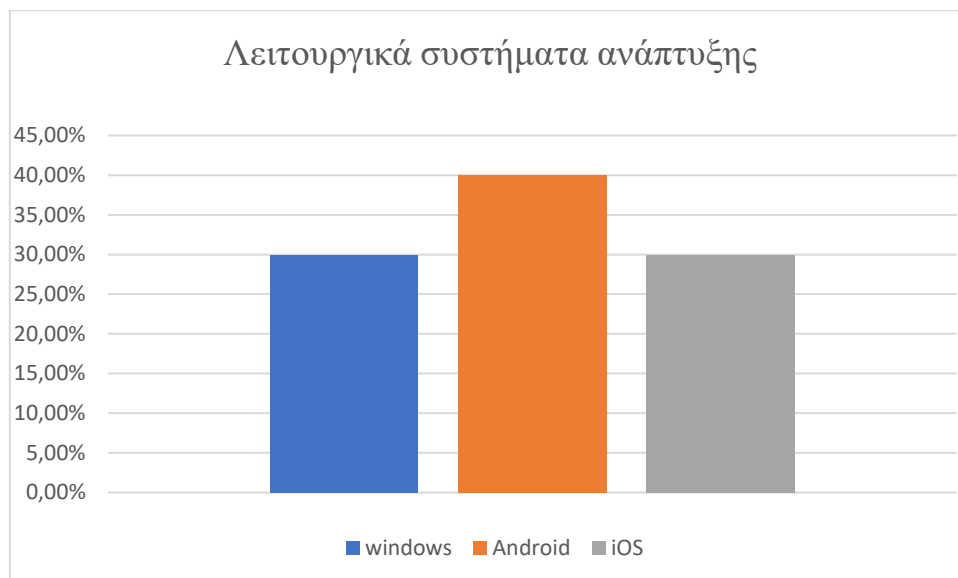
Οι κινητές συσκευές, όπως τα smartphones και τα tablets, αποτελούν τον πιο διαδεδομένο τύπο συσκευών για την επαυξημένη πραγματικότητα λόγω της ευρείας διαθεσιμότητάς τους και της εύκολης χρήσης τους.

5. Συσκευές SCADA (IoT ή RFID) (3.85%)

Χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικές εφαρμογές για την παρακολούθηση και τον έλεγχο μέσω τεχνολογιών IoT και RFID.

6. Συσκευές τοποθετημένες στο κεφάλι (HMD) (7.69%)

Περιλαμβάνουν γυαλιά και κράνη AR που επιτρέπουν την πλήρη εμβύθιση και την αλληλεπίδραση με το επαυξημένο περιεχόμενο.



Διάγραμμα 10 Λειτουργικά συστήματα ανάπτυξης

1. Windows (30%)

Το λειτουργικό σύστημα Windows χρησιμοποιείται ευρέως για την ανάπτυξη εφαρμογών AR, ιδίως σε επαγγελματικά και βιομηχανικά περιβάλλοντα.

2. Android (40%)

Το Android είναι το πιο διαδεδομένο λειτουργικό σύστημα για την ανάπτυξη εφαρμογών AR λόγω της μεγάλης βάσης χρηστών και της υποστήριξης από διάφορα εργαλεία όπως το ARCore της Google.

3. iOS (30%)

Το iOS της Apple είναι επίσης πολύ δημοφιλές για την ανάπτυξη εφαρμογών AR, ιδιαίτερα με τη χρήση του ARKit, που προσφέρει εξελιγμένες δυνατότητες παρακολούθησης και ανίχνευσης.

ΕΕ6: Ποιος είναι ο κύριος τομέας δημιουργίας εφαρμογών και ποιο δείγμα έχει χρησιμοποιηθεί κυρίως στα πειράματα της έρευνας της βιβλιογραφίας;

Ένας τομέας που συμμετέχει στην δημιουργία εφαρμογών και λαμβάνει χώρα στο πεδίο των πειραμάτων λογοτεχνικής έρευνας είναι η εκπαίδευση, ειδικά στην αύξηση της ποιότητας των εκπαιδευτικών προγραμμάτων και της αλληλοεπίδρασης των εκπαιδευόμενων μέσω της ενσωμάτωσης τεχνολογιών Web 3.0. Αυτός ο ισχυρισμός βρίσκει τεκμηρίωση στην ολοκληρωμένη αξιολόγηση που πραγματοποιήθηκε σε 81 δημοσιεύσεις που εκτείνονται από τα έτη 2005 έως 2020, η οποία έδωσε ιδιαίτερη έμφαση στη σημασιολογική, επαυξημένη πραγματικότητα, έξυπνα συστήματα διδασκαλίας, τρισδιάστατα οπτικά περιβάλλοντα, τρισδιάστατα παιχνίδια και οντολογίες [42]. Η πλειοψηφία αυτών των ερευνών ήταν πειραματικού χαρακτήρα και διεξήχθησαν στο πλαίσιο της επιστημονικής εκπαίδευσης. Η διαδικασία συλλογής δεδομένων βασίστηκε κυρίως σε ποσοτικές μεθοδολογίες, όπως έρευνες, ερωτηματολόγια, και δεδομένα παρατήρησης. Οι έρευνες επικεντρώθηκαν κυρίως στην αποτελεσματικότητα και τα εκπαιδευτικά αποτελέσματα του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε στην εν λόγω έρευνα. Λόγω των περιορισμών και των ευρημάτων της μελέτης, προτάθηκαν συστάσεις για μελλοντική έρευνα [68].

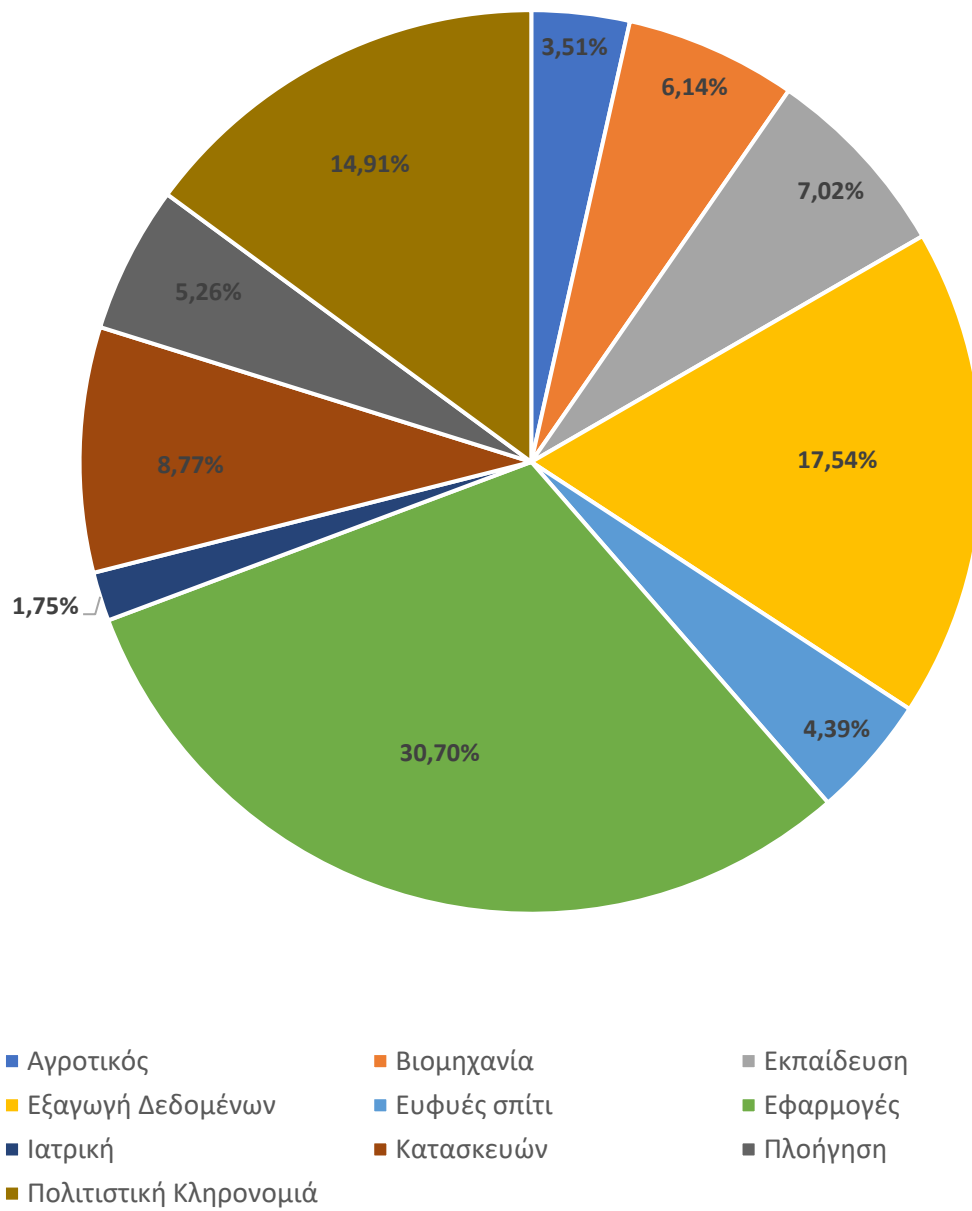
Ο κατασκευαστικός τομέας αποτελεί έναν ακόμα τομέα όπως προκύπτει από την έρευνα που ασχολείται με τη δημιουργία εφαρμογών για διάφορους σκοπούς. Σε ερευνητικά πειράματα βιβλιογραφίας, έχει παρατηρηθεί κυρίως η χρήση της Εικονικής Πραγματικότητας (VR) και της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR). Η τεχνολογία VR έχει χρησιμοποιηθεί για την εκπαίδευση των εργαζομένων στις κατασκευές σε προσομοιωμένα επικίνδυνα σενάρια, επιτρέποντάς τους να αποκτήσουν εμπειρία και να προετοιμαστούν για επιτόπιους κινδύνους [49]. Επιπλέον, το VR έχει χρησιμοποιηθεί στη φάση σχεδιασμού για την προεπισκόπηση σχεδίων κτιρίων [32]. Από την άλλη πλευρά, η τεχνολογία AR έχει χρησιμοποιηθεί για την επικάλυψη εκπαιδευτικών μηχανισμών σε ένα εργοτάξιο, βοηθώντας τους μαθητές να οπτικοποιήσουν το πλαίσιο, τους χωροχρονικούς περιορισμούς και τις κρυφές διαδικασίες. Αυτές οι εφαρμογές VR και AR στον κατασκευαστικό τομέα έχουν δείξει τη συνάφεια και τις δυνατότητές τους για την ενίσχυση της ασφάλειας, της κατάρτισης και των διαδικασιών σχεδιασμού σε έργα Αρχιτεκτονικής Μηχανικής Κατασκευών (AEC)

Ο τομέας των κινητών εφαρμογών εμπλέκεται στη δημιουργία εφαρμογών, και σε ερευνητικά πειράματα βιβλιογραφίας, έχει επικεντρωθεί κυρίως στην ενσωμάτωση των Linked Open Data σε κινητές εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας για τον τουρισμό [74]. Οι ερευνητές έχουν διερευνήσει τη χρήση των αρχών και τεχνολογιών Σημασιολογικού Ιστού και Συνδεδεμένων Δεδομένων για την παροχή εξατομικευμένου και πλούσιου περιεχομένου για εφαρμογές επαυξημένης

πραγματικότητας στον τομέα του τουρισμού [71]. Έχουν αναπτύξει πλαίσια και υλοποιήσεις που διευκολύνουν την ανακάλυψη του περιβάλλοντος χώρου, εμπειρίες περιήγησης και εξατομικευμένες συστάσεις για χρήστες στον τομέα του γαστρονομικού τουρισμού . Επιπλέον, υπήρξαν έργα στον τομέα του πολιτιστικού τουρισμού όπου οι εφαρμογές επιτρέπουν στους χρήστες να αναζητούν και να περιηγούνται σε πληροφορίες πολιτιστικής κληρονομιάς που ανακτώνται και ενσωματώνονται από το Linked Open Data cloud].

Ο τομέας της πολιτιστικής κληρονομιάς έχει εμπλακεί στη δημιουργία εφαρμογών για διάφορους σκοπούς. Σε ερευνητικά πειράματα βιβλιογραφίας, ένα δείγμα που έχει χρησιμοποιηθεί κυρίως είναι η επαυξημένη πραγματικότητα (AR)[38]. Η τεχνολογία AR έχει χρησιμοποιηθεί για την ενίσχυση της τουριστικής εμπειρίας παρέχοντας διαδραστικές εφαρμογές για κινητά που προσφέρουν γεγονότα και πληροφορίες σχετικά με ιστορικά μέρη [52]. Πειράματα που διεξήχθησαν στο AR για τον τουρισμό πολιτιστικής κληρονομιάς έχουν δείξει θετικές απαντήσεις από τους συμμετέχοντες, υποδεικνύοντας ότι αποκτήθηκαν νέες εμπειρίες και γνώσεις μέσω AR[47]. Επιπλέον, η χρήση σημασιολογικού ιστού και συνδεδεμένων αρχών και τεχνολογιών δεδομένων έχει αναγνωριστεί ως πλεονεκτική για την παροχή βελτιωμένου περιεχομένου σε εφαρμογές πολιτιστικής κληρονομιάς [92]. Ως εκ τούτου, Η AR και η χρήση συνδεδεμένων δεδομένων ήταν εξέχοντα σε ερευνητικά πειράματα βιβλιογραφίας που σχετίζονται με εφαρμογές πολιτιστικής κληρονομιάς.

Κύριοι τομείς εφαρμογών



Διάγραμμα 11. Κύριοι τομείς δημιουργίας εφαρμογών

Κεφάλαιο 6^ο: Συμπεράσματα – Περιορισμοί – Συζήτηση

Με βάση τα παραπάνω η χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας (ΕΠ) σε συνδυασμό με τον σημασιολογικό Ιστό μπορεί να προσφέρει πολλές ευκαιρίες και οφέλη, αλλά συνοδεύεται και από ορισμένους περιορισμούς και προκλήσεις.

Πιο συγκεκριμένα η χρήση τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας και σημασιολογικού ιστού με βάση την έρευνα που πραγματοποιήθηκε και τα ερωτήματα που τέθηκαν είχε ως αποτέλεσμα πολλά ευρήματα. Η χρήση μεθοδολογιών σημασιολογικού ιστού έχει αποδειχθεί αποτελεσματική στην εκτεταμένη εφαρμογή υπηρεσιών κατανεμημένης επαυξημένης πραγματικότητας με βάση τα συμφραζόμενα [57]. Επιτρέπει την αναζήτηση κατανεμημένων πόρων AR που περιγράφονται με βάση τα συμφραζόμενα και τη δημιουργία δυναμικών παρουσιάσεων AR [55]. Επιπλέον, οι σημασιολογικές τεχνολογίες ιστού επιτρέπουν την παροχή έξυπνων συσκευών με την προβλεπόμενη χρήση, τις δυνατότητες και τον σκοπό τους, ενισχύοντας έτσι την αλληλεπίδραση μεταξύ ατόμων και των εν λόγω συσκευών [57]. Επιπλέον, η συγχώνευση τεχνολογιών σημασιολογικού ιστού με δεδομένα περιβάλλοντος επιτρέπει τον εντοπισμό των πληροφοριών που απαιτούν αύξηση και οπτικοποίηση στους χρήστες, βελτιώνοντας έτσι την εμπειρία του χρήστη [68]. Επιπλέον, η ενσωμάτωση της επαυξημένης πραγματικότητας με υπολογιστές με επίγνωση του περιβάλλοντος έχει δείξει υπόσχεση για την υποστήριξη συνεργατικών αλληλεπιδράσεων με επίκεντρο τον άνθρωπο και την παροχή διαισθητικών διεπαφών [96]. Αυτές οι τεχνολογίες διευκολύνουν την απρόσκοπτη αλληλεπίδραση μεταξύ πραγματικού και εικονικού περιβάλλοντος, ενισχύουν την πραγματικότητα και παρέχουν χωρικές ενδείξεις για συνεργασία. Συνολικά, η χρήση τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας και σημασιολογικού Ιστού έχει αποδείξει τις δυνατότητές τους στην ενίσχυση των εμπειριών των χρηστών και στην ενεργοποίηση πιο σχετικών και ανθρωποκεντρικών αλληλεπιδράσεων σε διάφορους τομείς.

Η ανάπτυξη εσωτερικών συστημάτων πλοήγησης που ενσωματώνουν την τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) και παρέχουν στους χρήστες οδηγίες πλοήγησης και πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον τους είναι μια ενδιαφέρουσα εφαρμογή της AR τεχνολογίας. Αυτό μπορεί να βοηθήσει σε διάφορες περιπτώσεις, όπως η πλοήγηση σε μεγάλα κτίρια, αεροδρόμια, εκθεσιακούς χώρους, νοσοκομεία, και πολλά ακόμα [56].

Η συγχώνευση των τεχνολογιών σημασιολογικού ιστού με την επαυξημένη πραγματικότητα επιτρέπει τη διαμόρφωση πληροφοριών και την παροχή εξατομικευμένων και ενοποιημένων υπηρεσιών AR [57][55]. Αυτή η σύντηξη επιτρέπει τη δημιουργία δυναμικών παρουσιάσεων AR που βασίζονται σε διεπαφές χρήστη, όπως τοποθεσία, προτιμήσεις, και τύπος συσκευής [3]. Επιπροσθέτως, οι σημασιολογικές τεχνολογίες ιστού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εμποτίσουν τις έξυπνες συσκευές με την προβλεπόμενη χρήση και τις δυνατότητές τους, ενισχύοντας έτσι την αλληλεπίδραση και την εμπειρία χρήστη με αυτές τις συσκευές [1]. Επιπλέον, η χρήση φυσικών διεπαφών χρήστη, όπως χειρονομίες χεριών και βλέμμα, σε συνδυασμό με σημασιολογικό ιστό και επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να προσφέρει μη επεμβατικές και διαισθητικές αλληλεπιδράσεις, βελτιστοποιώντας την εμπειρία χρήστη του Διαδικτύου των πραγμάτων [68]. Συνολικά, η εφαρμογή τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας και σημασιολογικού ιστού μπορεί να ενισχύσει την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση, να βελτιώσει την εμπειρία των χρηστών και να αντιμετωπίσει προκλήσεις σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της εκπαίδευσης, των κατασκευών και των πανταχού παρόντων περιβαλλόντων.

Πέρα όμως από τα χρήσιμα συμπεράσματα με βάση την έρευνα εντοπίσαμε και ορισμένους περιορισμούς. Καταρχήν η συλλογή η μετάδοση και η ανάλυση δεδομένων σε διάφορες εφαρμογές και τεχνολογίες της AR εγείρει σημαντικά θέματα ασφάλειας και ιδιωτικότητας [38]. Επίσης σε πολλές περιπτώσεις οι τεχνικοί περιορισμοί της τεχνολογίας όπως η επεξεργαστική ισχύς και η δικτυακή υποδομή μπορούν να περιορίσουν την υλοποίηση και ανάπτυξη προηγμένων εφαρμογών ΕΠ.

Επιπροσθέτως σε πολλές περιπτώσεις οι χρήστες θα πρέπει να εκπαιδευθούν σωστά ώστε να μπορέσουν να χρησιμοποιήσουν αναλόγως τις προηγμένες τεχνολογίες. Ακόμα θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν ηθικά και νομικά ζητήματα αφού ο συνδυασμός ΕΠ και σημασιολογικού Ιστού κρίνεται απαραίτητο ότι θα πρέπει να εξετάζεται υπό το πρίσμα των ηθικών και νομικών ζητημάτων, όπως η προστασία της ιδιωτικότητας και η χρήση δεδομένων. Επιπροσθέτως σε πολλές περιπτώσεις η πρόσβαση σε σημασιολογικά δεδομένα μπορεί να είναι περιορισμένη και εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα αυτών των δεδομένων στον σημασιολογικό Ιστό [78]. Τέλος η απόκτηση συσκευών AR και η ανάπτυξη λογισμικού μπορεί να είναι ακριβή, προκαλώντας περιορισμένη πρόσβαση σε ένα μεγάλο πλήθος χρηστών.

Μελλοντική έρευνα σχετικά με τη χρήση τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας και σημασιολογικού Ιστού μπορεί να επικεντρωθεί σε διάφορους τομείς. Ένας τομέας έρευνας θα μπορούσε να είναι η διερεύνηση της ενσωμάτωσης στατικών βάσεων δεδομένων που χρησιμοποιούνται από εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας με σημασιολογικά σύνολα δεδομένων και η ανάπτυξη ενός μοντέλου αρχιτεκτονικής και πληροφοριών που μπορεί να εφαρμόσει αποτελεσματικά αυτήν την ολοκλήρωση και να διασφαλίσει τη γενικότητα [86]. Ένας άλλος τομέας έρευνας θα μπορούσε να είναι η ανάπτυξη κατανεμημένων υπηρεσιών επαυξημένης πραγματικότητας βασισμένων σε μια αρχιτεκτονική πελάτη-διακομιστή, η οποία υποστηρίζει σημασιολογική μοντελοποίηση και παρουσιάσεις επαυξημένης πραγματικότητας με βάση τα συμφραζόμενα για μεγάλο αριθμό χρηστών [57]. Επιπλέον, μπορεί να διεξαχθεί έρευνα για την ενσωμάτωση της ευαισθητοποίησης του περιβάλλοντος στην επαυξημένη πραγματικότητα μέσω της χρήσης τεχνολογιών σημασιολογικού ιστού, με έμφαση στη βελτιστοποίηση της εμπειρίας του χρήστη και στην παροχή μη επεμβατικής και διαισθητικής αλληλεπίδρασης μέσω φυσικών διεπαφών χρήστη [55]. Αυτοί οι ερευνητικοί τομείς μπορούν να συμβάλουν στην πρόοδο και την πρακτική εφαρμογή τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας και σημασιολογικού ιστού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Park, J.-H. et al. (2016) ‘Augmented reality technology implementation utilizing web 3.0 information services in disaster response situations’, *Journal of Internet Computing and Services*, 17(4), pp. 61–68. doi:10.7472/jksii.2016.17.4.61.
- [2] Gorlatova, M., Sorin, D. j and Tomasi, C. (2020) *Semantic Understanding for Augmented Reality and Its Applications [Preprint]* . doi:https://dukespace.lib.duke.edu/server/api/core/bitstreams/f25e1f57-c722-4dae-ad16-c26c2f82ab44/content.
- [3] Nguyen Dang, T. et al. (2023) ‘Semantic communication for AR-based services in 5G and beyond’, 2023 International Conference on Information Networking (ICOIN) [Preprint] . doi:10.1109/icoi56518.2023.10049026.
- [4] Lv, Z. et al. (2021) ‘Special issue on “Augmented reality, virtual reality & semantic 3d reconstruction”’, *Applied Sciences*, 11(18), p. 8590. doi:10.3390/app11188590.
- [5] Caldera-Serrano, J. and León-Moreno, J.-A. (2020) ‘Augmented reality as an ontological tool to access televised audiovisual information: Value for the journalist and for the viewer’, *Cuadernos de Documentación Multimedia*, 31. doi:10.5209/cdmu.71516.
- [6] Izquierdo-Domenech, J., Linares-Pellicer, J. and Orta-Lopez, J. (2020) ‘Supporting interaction in augmented reality assisted industrial processes using a CNN-based semantic layer’, 2020 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality (AIVR) [Preprint] . doi:10.1109/aivr50618.2020.00014.
- [7] Han, L. et al. (2020) ‘Live semantic 3D perception for immersive augmented reality’, *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 26(5), pp. 2012–2022. doi:10.1109/tvcg.2020.2973477.
- [8] Lv, Z. et al. (2022) *Augmented reality, virtual reality & semantic 3D reconstruction [Preprint]* . doi:10.3390/books978-3-0365-6062-5.
- [9] Turkmen, S. (2019) *Scene Understanding Through Semantic Image Segmentation in Augmented Reality*. Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/344908431.pdf>.
- [10] Liang, Y. et al. (2022) ‘On the use of a semantic segmentation micro-service in AR devices for Ui Placement’, 2022 IEEE Games, Entertainment, Media Conference (GEM) [Preprint] . doi:10.1109/gem56474.2022.10017522.
- [11] Wang, Z. and Deng, Y. (2023) ‘Task-oriented and semantics-aware communications for augmented reality’, *GLOBECOM 2023 - 2023 IEEE Global Communications Conference [Preprint]* . doi:10.1109/globecom54140.2023.10437075.
- [12] Mizutani, I. et al. (2017a) ‘Intuitive interaction with semantics using augmented reality’, *Proceedings of the Seventh International Conference on the Internet of Things [Preprint]* . doi:10.1145/3131542.3131550.
- [13] Katsaros, A. and Keramopoulos, E. (2017) ‘Farmer, a farmer’s augmented reality application based on Semantic Web’, 2017 South Eastern European Design Automation, Computer Engineering, Computer Networks and Social Media Conference (SEEDA-CECNM) [Preprint] . doi:10.23919/seeda-cecnsm.2017.8088230.
- [14] Schutt, P., Schwarz, M. and Behnke, S. (2019) ‘Semantic interaction in Augmented Reality Environments for Microsoft hololens’, 2019 European Conference on Mobile Robots (ECMR) [Preprint] . doi:10.1109/ecmr.2019.8870937.
- [15] Buffa, M. et al. (2016) *Semantic Web Technologies for improving remote visits of museums, using a mobile robot, inria*. Available at: <https://inria.hal.science/view/index/identifiant/hal-01400924>
- [16] Lampropoulos, G., Keramopoulos, E. and Diamantaras, K. (2022) ‘Semantically enriched augmented reality applications: A proposed system architecture and a case study’, *International Journal of Recent Contributions from Engineering, Science & IT (iJES)*, 10(01), pp. 29–46. doi:10.3991/ijes.v10i01.27463.
- [17] Izquierdo-Domenech, J., Linares-Pellicer, J. and Orta-Lopez, J. (2022) ‘Towards achieving a high degree of situational awareness and multimodal interaction with AR and semantic AI in industrial applications’, *Multimedia Tools and Applications*, 82(10), pp. 15875–15901. doi:10.1007/s11042-022-13803-1.
- [18] Ard, T. et al. (2022) ‘Integrating data directly into publications with Augmented Reality and web-based technologies – schol-AR’, *Scientific Data*, 9(1). doi:10.1038/s41597-022-01426-y.
- [19] Chen, L., Francis, K. and Tang, W. (2017) ‘[poster] semantic augmented reality environment with material-aware physical interactions’, 2017 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR-Adjunct) [Preprint] . doi:10.1109/ismar-adjunct.2017.49.
- [20] Haidon, C., Pigot, H. and Giroux, S. (2020) ‘Joining semantic and augmented reality to design Smart Homes for Assistance’, *Journal of Rehabilitation and Assistive Technologies Engineering*, 7, p. 205566832096412. doi:10.1177/2055668320964121.

- [21] Đorđević, L., Petrović, N. and Tošić, M. (2020) 'An ontology-based framework for automated code generation of web AR applications', *Telfor Journal*, 12(1), pp. 67–72. doi:10.5937/telfor2001067q.
- [22] Chandra, R. et al. (2023) 'Semantic web-based diagnosis and treatment of vector-borne diseases using SWRL rules', *Knowledge-Based Systems*, 274, p. 110645. doi:10.1016/j.knsys.2023.110645.
- [23] Derudas, P., Nurra, F. and Svensson, A. (2023) 'New air for the archaeological process? the use of 3D web semantic for publishing archaeological reports', *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 16(3), pp. 1–23. doi:10.1145/3594722.
- [24] Banfi, F. et al. (2023) 'Interactive and immersive digital representation for Virtual Museum: VR and AR for semantic enrichment of Museo Nazionale Romano, Antiquarium di Lucrezia Romana and antiquarium di villa dei quintili', *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 12(2), p. 28. doi:10.3390/ijgi12020028.
- [25] Bachiller, C., Monzo, J.M. and Rey, B. (2023) 'Augmented and virtual reality to enhance the didactical experience of Technological Heritage Museums', *Applied Sciences*, 13(6), p. 3539. doi:10.3390/app13063539.
- [26] Xue, E. (2023) Using web augmented reality to add visual interactions to contactless restaurant menus in response to covid-19 [Preprint] . doi:10.32920/23159885.
- [27] Zheng, M. et al. (2022) 'Stare: Augmented reality data visualization for explainable decision support in Smart Environments', *IEEE Access*, 10, pp. 29543–29557. doi:10.1109/access.2022.3156697.
- [28] Zheng, M., Pan, X., Bermeo, N.V., Thomas, R.J., Coyle, D., O'Hare, G.M., et al. (2022) 'Stare: Semantic augmented reality decision support in Smart Environments', 2022 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW) [Preprint] . doi:10.1109/vrw55335.2022.00166.
- [29] Strecker, J. et al. (2022) 'Socrar: Semantic OCR through augmented reality', *Proceedings of the 12th International Conference on the Internet of Things* [Preprint] . doi:10.1145/3567445.3567453.
- [30] PAUL, POCATILU & MIHAELA-IRINA, ENACHESCU & ALEXANDRU, DITA. (2020). Assessing a Candidate's Seniority Level in Computer Science Field by Integrating Semantic Web Technologies with Augmented Reality. *ECONOMIC COMPUTATION AND ECONOMIC CYBERNETICS STUDIES AND RESEARCH*. 54. 231-248. 10.24818/18423264/54.3.20.14.
- [31] Kim, H. et al. (2016) 'An ontology-based augmented reality application exploring contextual data of Cultural Heritage Sites', 2016 12th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS) [Preprint] . doi:10.1109/sitis.2016.79.
- [32] Zangeneh, P. and McCabe, B. (2020) 'Ontology-based knowledge representation for industrial megaprojects analytics using Linked Data and the semantic web', *Advanced Engineering Informatics*, 46, p. 101164. doi:10.1016/j.aei.2020.101164.
- [33] Mathioudakis, G. et al. (2022) 'Inculture: A collaborative platform for Intangible Cultural Heritage Narratives', *Heritage*, 5(4), pp. 2881–2903. doi:10.3390/heritage5040149.
- [34] Noh, Younghee. (2015). *Imagining Library 4.0: Creating a Model for Future Libraries*. *The Journal of Academic Librarianship*. 41. 10.1016/j.acalib.2015.08.020.
- [35] Kamaruzaman*, N.U. (2019) 'Historic Building Information Modelling (Hbim): A Review', *The European Proceedings of Multidisciplinary Sciences* [Preprint] .
- [36] Flotyński, J., Nowak, A. and Walczak, K. (2018) 'Explorable representation of interaction in VR/AR Environments', *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 589–609. doi:10.1007/978-3-319-95282-6_42.
- [37] Nath, K. (2022) Evolution of the internet from web 1.0 to metaverse: The good, the bad and the ugly [Preprint] . doi:10.36227/techrxiv.19743676.v1.
- [38] Lampropoulos, Georgios & Keramopoulos, Euclid & Diamantaras, Kostas. (2020). Enhancing the functionality of augmented reality using deep learning, semantic web and knowledge graphs: A review. *Visual Informatics*. 4. 10.1016/j.visinf.2020.01.001.
- [39] Pirvu, B.-C., Zamfirescu, C.-B. and Gorecky, D. (2016) 'Engineering insights from an anthropocentric cyber-physical system: A case study for an assembly station', *Mechatronics*, 34, pp. 147–159. doi:10.1016/j.mechatronics.2015.08.010.
- [40] Dalzochio, J. et al. (2022) 'ELFPM: A machine learning framework for industrial machines prediction of remaining useful life', *Neurocomputing*, 512, pp. 420–442. doi:10.1016/j.neucom.2022.09.083.
- [41] Luo, H. et al. (2022) 'Digital technology for Quality Management in Construction: A review and Future Research Directions', *Developments in the Built Environment*, 12, p. 100087. doi:10.1016/j.dibe.2022.100087.
- [42] Eckertz, D. et al. (2021) 'Digital Knowledge Base for industrial augmented reality systems based on Semantic Technologies', 2021 4th International Conference on Information and Computer Technologies (ICICT) [Preprint] . doi:10.1109/icict52872.2021.00047.
- [43] Reshma, M.R. et al. (2023a) 'Cultural Heritage Preservation Through Dance Digitization: A Review', *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 28. doi:10.1016/j.daach.2023.e00257.

- [44] Barrientos, F. et al. (2021) 'Computational methods and Rural Cultural & Natural Heritage: A Review', *Journal of Cultural Heritage*, 49, pp. 250–259. doi:10.1016/j.culher.2021.03.009.
- [45] Flotyński, J., Walczak, K. and Krzyszkowski, M. (2020) 'Composing customized web 3D animations with semantic queries', *Graphical Models*, 107, p. 101052. doi:10.1016/j.gmod.2019.101052.
- [46] Blut, Christoph & Blut, Timothy & Blankenbach, Joerg. (2017). CityGML goes mobile: application of large 3D CityGML models on smartphones. *International Journal of Digital Earth*. 12. 1-18. 10.1080/17538947.2017.1404150.
- [47] Iadanza, E. et al. (2020) 'Bridging the gap between 3D navigation and semantic search. The Inception Platform', *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 949(1), p. 012079. doi:10.1088/1757-899x/949/1/012079.
- [48] Kanak, A. et al. (2022) 'Bimyverse: Towards a semantic interpretation of buildings in the city and cities in the universe', *2022 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC) [Preprint]*. doi:10.1109/smc53654.2022.9945246.
- [49] Schiavi, B. et al. (2022) 'Bim data flow architecture with AR/VR Technologies: Use Cases in architecture, engineering and construction', *Automation in Construction*, 134, p. 104054. doi:10.1016/j.autcon.2021.104054.
- [50] Santos, Ruben & Aguiar Costa, Antonio & Grilo, António. (2017). Bibliometric analysis and review of Building Information Modelling literature published between 2005 and 2015. *Automation in Construction*. 10.1016/j.autcon.2017.03.005.
- [51] Liang, Y., Zheng, P. and Xia, L. (2023) 'A visual reasoning-based approach for driving experience improvement in the AR-assisted head-up displays', *Advanced Engineering Informatics*, 55, p. 101888. doi:10.1016/j.aei.2023.101888.
- [52] Alonso-Martín, F. et al. (2015) 'Augmented robotics dialog system for enhancing human–robot interaction', *Sensors*, 15(7), pp. 15799–15829. doi:10.3390/s150715799.
- [53] Amato, F. et al. (2020) 'A semantic-based methodology for digital forensics analysis', *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 138, pp. 172–177. doi:10.1016/j.jpdc.2019.12.017.
- [54] Grevisse, C., Gomes, C.M. and Rothkugel, S. (2020) 'AR40ER: A semantic platform for open educational augmented reality resources', *2020 IEEE International Symposium on Multimedia (ISM) [Preprint]*. doi:10.1109/ism.2020.00047.
- [55] Shakeri, M. et al. (2022) 'Ar search engine: Semantic Information Retrieval for Augmented Reality Domain', *Sustainability*, 14(23), p. 15681. doi:10.3390/su142315681.
- [56] Rubio-Sandoval, J.I. et al. (2021) 'An indoor navigation methodology for mobile devices by integrating augmented reality and Semantic Web', *Sensors*, 21(16), p. 5435. doi:10.3390/s21165435.
- [57] Rumiński, D. and Walczak, K. (2018) 'An architecture for distributed semantic augmented reality services', *Proceedings of the 23rd International ACM Conference on 3D Web Technology [Preprint]*. doi:10.1145/3208806.3208829.
- [58] Mourtzis, D. et al. (2021) 'A methodology for the assessment of operator 4.0 skills based on sentiment analysis and augmented reality', *Procedia CIRP*, 104, pp. 1668–1673. doi:10.1016/j.procir.2021.11.281.
- [59] Friedemann, M. et al. (2016) 'A framework for information-driven manufacturing', *Procedia CIRP*, 57, pp. 38–43. doi:10.1016/j.procir.2016.11.008.
- [60] Mei, B. et al. (2015) 'A³SAR: Context-aware spatial augmented reality for anywhere, anyone, and analysis', *Database Systems for Advanced Applications*, pp. 307–312. doi:10.1007/978-3-319-22324-7_32.
- [61] Kuster, T. et al. (2019) 'A distributed architecture for modular and dynamic augmented reality processes', *2019 IEEE 17th International Conference on Industrial Informatics (INDIN) [Preprint]*. doi:10.1109/indin41052.2019.8972101.
- [62] Zhao, Xianbo. (2017). A scientometric review of global BIM research: Analysis and visualization. *Automation in Construction*. 80. 37-47. 10.1016/j.autcon.2017.04.002.
- [63] Perera, M., Adcock, M. and Haller, A. (2019) A Roadmap for Semantically-Enabled Human Device Interactions. Available at: <https://ceur-ws.org/Vol-2549/article-03.pdf>.
- [64] Katsaros, Alexandros & Keramopoulos, Euclid & Salampasis, Mike. (2017). A Prototype Application for Cultivation Optimization Using Augmented Reality.
- [65] Akbarinasaji, S. and Homayounvala, E. (2017) 'A novel context-aware augmented reality framework for Maintenance Systems', *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 9(3), pp. 315–327. doi:10.3233/ais-170435.
- [66] P. -S. Huang, F. Fahmi and F. -J. Wang, "A Model to Helping the Construction of Creative Service-Based Software," *2021 IEEE 45th Annual Computers, Software, and Applications Conference (COMPSAC)*, Madrid, Spain, 2021, pp. 1235-1242, doi: 10.1109/COMPSAC51774.2021.00171.
- [67] Fabian Muff, Hans-Georg Filll. (2022). A Framework for Context-Dependent Augmented Reality Applications Using Machine Learning and Ontological Reasoning.

- [68] ACIKGUL FIRAT, E. and FIRAT, S. (2020) 'Web 3.0 in learning environments: A systematic review', *Turkish Online Journal of Distance Education*, 22(1), pp. 148–169. doi:10.17718/tojde.849898.
- [69] Nawaf, M. et al. (2021) 'Using virtual or augmented reality for the time-based study of complex underwater archaeological excavations', *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, VIII-M-1–2021, pp. 117–124. doi:10.5194/isprs-annals-viii-m-1-2021-117-2021.
- [70] Haidon, C. et al. (2020) 'Using augmented reality and ontologies to co-design Assistive Technologies in smart homes', *Companion Proceedings of the 25th International Conference on Intelligent User Interfaces* [Preprint] . doi:10.1145/3379336.3381492.
- [71] Moraitou, Efthymia & Konstantakis, Markos & Kontaki, Chrysa & Aliprantis, John & Kalatha, Eirini & Kalavrytinou, Pantelis & Tsigris, Andreas & Tsoukrianis, Panagiotis & Anagnostopoulos, Christos-Nikolaos & Caridakis, George. (2018). *Travelogue with Augmented Cultural and Contemporary Experience*.
- [72] Thraboullidis, K., Kontou, I. and Vachtsevanou, D.C. (2018) 'Towards an IOT-based framework for Evolvable Assembly Systems', *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), pp. 182–187. doi:10.1016/j.ifacol.2018.08.255.
- [73] Eduardo, A. et al. (no date) 'Towards Ubiquitous and Actionable Augmented Reality Browsers by using Semantic Web Technologies', *IX Jornadas de Cloud Computing, Big Data & Emerging Topics (Modalidad virtual, 22 al 25 de junio de 2021)*, pp. 80–83. doi:978-950-34-2016-4.
- [74] Prasad, A.N. et al. (2020) 'Tourist Guide based on Mobile Enabled Augmented Reality', *International Research Journal of Engineering and Technology* [Preprint] . doi:https://www.irjet.net/archives/V7/i5/IRJET-V7I5199.pdf.
- [75] Ronzino, A. et al. (2015) 'The Energy Efficiency Management at urban scale by means of integrated modelling', *Energy Procedia*, 83, pp. 258–268. doi:10.1016/j.egypro.2015.12.180.
- [76] Flotynski, J. et al. (2019) 'The semantic web3d: Towards comprehensive representation of 3D content on the semantic web', *2019 International Conference on 3D Immersion (IC3D)* [Preprint] . doi:10.1109/ic3d48390.2019.8975906.
- [77] Lipp, J. and Schilling, K. (no date) 'The Semantic Web in the Internet of Production: A Strategic Approach with Use-Case Examples', *ARIA*, SBN: 978-1-61208-813-6.
- [78] Matuszka, T. (2015) 'The design and implementation of semantic web-based architecture for augmented reality browser', *The Semantic Web. Latest Advances and New Domains*, pp. 731–739. doi:10.1007/978-3-319-18818-8_46.
- [79] Moraitou, E. et al. (2022) 'Supporting conservation and restoration through digital media modeling and exploitation - the example of the Acropolis of Ancient Tiryns', *2022 17th International Workshop on Semantic and Social Media Adaptation & Personalization (SMAP)* [Preprint] . doi:10.1109/smap56125.2022.9942216.
- [80] Kontogianni, A. and Alepis, E. (2020) 'Smart tourism: State of the art and Literature Review for the last six years', *Array*, 6, p. 100020. doi:10.1016/j.array.2020.100020.
- [81] Nazemi, K. et al. (2015) 'Semantics visualization – definition, approaches and challenges', *Procedia Computer Science*, 75, pp. 75–83. doi:10.1016/j.procs.2015.12.216.
- [82] Ramanathan, G. et al. (2022) 'Semantic knowledge for autonomous smart farming', *IFAC-PapersOnLine*, 55(32), pp. 217–222. doi:10.1016/j.ifacol.2022.11.142.
- [83] Kutt, K., Nalepa, G.J. and Burdzy, D. (2017) 'Semantically enhanced navigation system using augmented reality', *Communications in Computer and Information Science*, pp. 62–72. doi:10.1007/978-3-319-69911-0_5.
- [84] Contreras, P. et al. (2017) 'Semantic web and augmented reality for searching people, events and points of interest within of a university campus', *2017 XLIII Latin American Computer Conference (CLEI)* [Preprint] . doi:10.1109/clei.2017.8226397.
- [85] Rumiński, Dariusz & Walczak, Krzysztof. (2017). *Semantic model for distributed augmented reality services*. 1-9. 10.1145/3055624.3077121.
- [86] Flotyński, J. et al. (2020) 'Recent advances in web3d semantic modeling', *Recent Advances in 3D Imaging, Modeling, and Reconstruction*, pp. 23–49. doi:10.4018/978-1-5225-5294-9.ch002.
- [87] Wang, X., Ong, S.K. and Nee, A.Y.C. (2016) 'Real-virtual components interaction for assembly simulation and planning', *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 41, pp. 102–114. doi:10.1016/j.rcim.2016.03.005.
- [88] Santiago, R.-N. and Kumiko, M. (2018) 'Public broadcaster's big-data technology trajectories: The case of NHK and BBC', *2018 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)* [Preprint] . doi:10.23919/picmet.2018.8481989.
- [89] Peckienė, A. and Ustinovičius, L. (2017) 'Possibilities for building spatial planning using BIM methodology', *Procedia Engineering*, 172, pp. 851–858. doi:10.1016/j.proeng.2017.02.085.

- [90] Perera, M. (2020) 'Personalised human device interaction through context aware augmented reality', Proceedings of the 2020 International Conference on Multimodal Interaction [Preprint] . doi:10.1145/3382507.3421157.
- [91] Flotyński, J. and Walczak, K. (2017) 'Ontology-based representation and modelling of synthetic 3D content: A state-of-the-Art Review', Computer Graphics Forum, 36(8), pp. 329–353. doi:10.1111/cgf.13083.
- [92] Kim, H. et al. (2017) 'Ontology-based mobile augmented reality in Cultural Heritage Sites: Information Modeling and User Study', Multimedia Tools and Applications, 76(24), pp. 26001–26029. doi:10.1007/s11042-017-4868-6.
- [93] Djordjevic, L., Petrovic, N. and Tosic, M. (2019) 'Ontology based approach to development of augmented reality applications', 2019 27th Telecommunications Forum (TELFOR) [Preprint] . doi:10.1109/telfor48224.2019.8971208.
- [94] Vlachos, A., Perifanou, M. and Economides, A. (2021) 'Ontologies for Augmented Reality in Cultural Education: State of the art and Perspectives', ICERI2021 Proceedings [Preprint] . doi:10.21125/iceri.2021.2161.
- [95] Pence, H.E., Williams, A.J. and Belford, R.E. (2015) 'New tools and challenges for Chemical Education: Mobile learning, augmented reality, and distributed cognition in the dawn of the social and semantic web', Chemistry Education, pp. 693–734. doi:10.1002/9783527679300.ch28.
- [96] Baratè, A., Haus, G. and Ludovico, L.A. (2015) 'Multilayer formats and the semantic web', Proceedings of the Audio Mostly 2015 on Interaction With Sound [Preprint] . doi:10.1145/2814895.2814910.
- [97] Blanco, J.M., Ge, M. and Pitner, T. (2021) 'Modeling inconsistent data for Reasoners in web of things', Procedia Computer Science, 192, pp. 1265–1273. doi:10.1016/j.procs.2021.08.130.
- [98] Flotynski, J. and Sobocinski, P. (2018) 'Logging interactions in explorable immersive VR/AR applications', 2018 International Conference on 3D Immersion (IC3D) [Preprint] . doi:10.1109/ic3d.2018.8657830.
- [99] Aliprantis, J. et al. (2018) 'Linked open data as universal markers for mobile augmented reality applications in Cultural Heritage', Digital Cultural Heritage, pp. 79–90. doi:10.1007/978-3-319-75826-8_7.
- [100] Fleiner, C. (2022) 'Leveraging human-agent collaboration for multimodal task guidance with concurrent authoring capabilities', 27th International Conference on Intelligent User Interfaces [Preprint] . doi:10.1145/3490100.3516477.
- [101] Rumiński, D. and Walczak, K. (2020) 'Large-scale distributed semantic augmented reality services – a performance evaluation', Graphical Models, 107, p. 101027. doi:10.1016/j.gmod.2019.101027.
- [102] Chen, W. (2019) 'Knowledge-aware learning analytics for smart learning', Procedia Computer Science, 159, pp. 1957–1965. doi:10.1016/j.procs.2019.09.368.
- [103] Becerra, M., Ierache, J. and Abasolo, M.J. (2021) 'Interoperable dynamic procedure interactions on semantic augmented reality browsers', Lecture Notes in Computer Science, pp. 195–208. doi:10.1007/978-3-030-87595-4_15.
- [104] Turk, Ž. (2020) 'Interoperability in construction – mission impossible?', Developments in the Built Environment, 4, p. 100018. doi:10.1016/j.dibe.2020.100018.
- [105] Marocco, M. and Garofolo, I. (2021) 'Integrating disruptive technologies with facilities management: A literature review and future research directions', Automation in Construction, 131, p. 103917. doi:10.1016/j.autcon.2021.103917.
- [106] Moraitou, E. et al. (2023a) 'Supporting the conservation and restoration openlab of the acropolis of ancient Tiryns through data modelling and exploitation of Digital Media', Computers, 12(5), p. 96. doi:10.3390/computers12050096.
- [107] Jiang, L. et al. (2023) 'Intelligent control of building fire protection system using Digital Twins and Semantic Web Technologies', Automation in Construction, 147, p. 104728. doi:10.1016/j.autcon.2022.104728.
- [108] Bruno, S., De Fino, M. and Fatiguso, F. (2018) 'Historic Building Information Modelling: Performance Assessment for diagnosis-aided information modelling and Management', Automation in Construction, 86, pp. 256–276. doi:10.1016/j.autcon.2017.11.009.
- [109] Marchello, G. et al. (2023) 'Cultural Heritage Digital Preservation through AI-Driven Robotics', The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLVIII-M-2–2023, pp. 995–1000. doi:10.5194/isprs-archives-xxviii-m-2-2023-995-2023.
- [110] Costin, A. et al. (2018) 'Building Information Modeling (BIM) for transportation infrastructure – literature review, applications, challenges, and recommendations', Automation in Construction, 94, pp. 257–281. doi:10.1016/j.autcon.2018.07.001.
- [111] Rowland, A., Folmer, E.J.A. and Baving, T. (2022) 'The knowledge graph as the Interoperability Foundation for an augmented reality application: The case at the Dutch Land Registry', 2022 ITU

- Kaleidoscope- Extended reality – How to boost quality of experience and interoperability [Preprint] . doi:10.23919/ituk56368.2022.10003053.
- [112] Sun, Y. et al. (2015) ‘Bridging semantics with physical objects using augmented reality’, Proceedings of the 2015 IEEE 9th International Conference on Semantic Computing (IEEE ICSC 2015) [Preprint] . doi:10.1109/icosc.2015.7050832.
- [113] Aydin, Betül. (2015). Connecting Semantic 3D Models to the LOD Cloud for Mobile Applications : discovering the Surroundings with ARCAMA- 3D.
- [114] Kim, K.Y. and Lee, B.G. (2015) ‘Marketing insights for mobile advertising and consumer segmentation in the Cloud Era: A Q–R hybrid methodology and practices’, *Technological Forecasting and Social Change*, 91, pp. 78–92. doi:10.1016/j.techfore.2014.01.011.
- [115] Haidon, Corentin & Pigot, Hélène & Giroux, Sylvain. (2020). Joining semantic and augmented reality to design smart homes for assistance. *Journal of Rehabilitation and Assistive Technologies Engineering*. 7. 205566832096412. 10.1177/2055668320964121.
- [116] Ochi, Yoshifumi & Yanai, Shiori, Shiori & Yoshino, Yasunori & Sawada, Mari & Sakate, Shintaro & Kanno, Kiyoshi & Andou, Masaaki. (2023). Clinical use of mixed reality for laparoscopic myomectomy. *International journal of gynaecology and obstetrics: the official organ of the International Federation of Gynaecology and Obstetrics*. 162. 10.1002/ijgo.14765.
- [117] Matuszka, Tamás. (2013). Augmented Reality Supported by Semantic Web Technologies. 10.1007/978-3-642-38288-8_51.
- [118] Peter Wozniak, Oliver Vauderwange, Dan Curticepean, Nicolas Javahiraly, Kai Israel, "Perform light and optic experiments in Augmented Reality," Proc. SPIE 9793, Education and Training in Optics and Photonics: ETOP 2015, 97930H (8 October 2015); doi: 10.1117/12.2223069
- [119] Guntur, M., Setyaningrum, W., Retnawati, H., Marsigit, M., Saragih, N., & Noordin, M. (2019). Developing augmented reality in mathematics learning: The challenges and strategies. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 6(2), 211-221. doi:https://doi.org/10.21831/jrpm.v6i2.28454
- [120] Nixon, Lyndon & Grubert, Jens & Reitmayr, Gerhard & Scicluna, James. (2012). SmartReality: Integrating the Web into Augmented Reality.. 48-54.
- [121] Carmigniani, J. and Furht, B. (2011) “Augmented Reality: An Overview. In: Furht, B., Ed.”, *Handbook of Augmented Reality*, Springer, New York, 3-46. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6_1
- [122] Arena, F., Collotta, M., Pau G., Termine F. (2022) “An Overview of Augmented Reality”, *Computers 2022* https://doi.org/10.3390/computers11020028
- [123] Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S. and MacInTyre, B. (2001) “Recent Advances in Augmented Reality”, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21, 34-47. http://dx.doi.org/10.1109/38.963459
- [124] El Sayed, NAM. and Zayed, HH. And MI Sharawy. (2010) “ARSC: Augmented reality student card”. *International computer engineering conference (ICENCO)*, 113-120. DOI:10.1016/j.compedu.2010.10.019
- [125] Petersen, N. and Stricker, D. (2015) “Cognitive Augmented Reality”, *Computers & Graphics* 53(6). DOI:10.1016/j.cag.2015.08.009
- [126] Tzima, S. and Styliaras, G. and Bassounas, A. (2019) “Augmented Reality Applications in Education: Teachers Point of View”, *Education Sciences* 9(2):99. DOI:10.3390/educsci9020099
- [127] Τζεγιαννακάκης, Π. (2022) “Τι είναι η επαυξημένη πραγματικότητα και γιατί είναι σημαντική για το Metaverse;”, *Greepto.gr*: 16 Απριλίου 2022. https://greepto.gr/news/cryptocurrencies/augmented-reality-metaverse/
- [128] Θεοδωρίδης, Σ. (2023) “Τι είναι η επαυξημένη πραγματικότητα (augmented Reality)” *Texnologia.net*: 20 Ιουλίου 2023 https://texnologia.net/ti-einai-epafximeni-pragmatikotita-augmented-reality/2023/07 [Προσπελάστηκε 13/8/23]
- [129] Sengupta K. and Hitzler P. (2014) “Web Ontology Language”, *Computers Science and Engineering Faculty Publications*, https://corescholar.libraries.wright.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1183&context=cse
- [130] Gonzalez M. and Diez M. (2019) “Thesauri and Semantic Web: Discussion of the Evolution of Thesauri Toward Their Integration With the Semantic” *Web Department of Computer Science, University of Valladolid*, https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8873649
- [131] Chen Y. and Jui-Lin Lu E. (2019) “Intelligent SPARQL Query Generation for Natural Language Processing Systems” *Department of Information Management, Chang Gung University* https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9627128
- [132] Kenton W. (2023) “What Is Web 2.0? Definition, Impact, and Examples”, *Investopedia.com* , https://www.investopedia.com/terms/w/web-20.asp
- [133] Keshab N. (2022) “Evolution of the Internet from Web 1.0 to Metaverse: The Good, The Bad and The Ugly”, *TechRxiv. Preprint*. https://dx.doi.org/10.36227/techrxiv.19743676.v1

- [134] Arena, F.; Collotta, M.; Pau, G. (2022) “An Overview of Augmented Reality”, *Computers* 2022, 11(2), 28; <https://doi.org/10.3390/computers11020028>
- [135] Georgiou, Y.; Kyza, E. (2021) “Bridging narrative and locality in mobile-based augmented reality educational activities: Effects of semantic coupling on students’ immersion and learning gains”, Department of Communication & Internet Studies, Cyprus University of Technology, P.O. ; <https://doi.org/10.3390/computers11020028>
- [136] Ren, Y.; Yang, Y.; Chen, J.; Zhou, Y.; Li, J.; Xia, R.; Yang, Y.; Wang, Q. (2021) “A scoping review of deep learning in cancer nursing combined with augmented reality: The era of intelligent nursing is coming” ;10.1016/j.apjon.2022.100135
- [137] Garcia, A.; Maldonado, J.; Marcos, M.; Bosca, D.; Robles, M. (2021) “Augmented EHR: Enrichment of EHR with Contents from Semantic Web Sources”, *ITACA Institute, Universitat Politècnica de València; Appl. Sci.* 2021, 11(9), 3978; <https://doi.org/10.3390/app11093978>
- [138] Ren, Y.; Yang, Y.; Chen, J.; Zhou, Y.; Li, J.; Xia, R. (2021) “A comprehensive review of augmented reality-based instruction in manual assembly, training and repair” , School of Mechanical Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai; 10.1016/j.apjon.2022.100135
- [139] Konev, A.; Khaydarova, R.; Lapaev, M.; Feng, L.; Hu, L.; Xia, R. (2021) “CHPC: A complex semantic-based secured approach to heritage preservation and secure IoT-based museum processes”; <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2019.08.001>
- [140] Liang, Y.; Zheng, P.; Xia, L. (2023) “A visual reasoning-based approach for driving experience improvement in the AR-assisted head-up displays”, Department of Industrial and Systems Engineering, The Hong Kong Polytechnic University, Hung Hom. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2023.101888>
- [141] Jiang, L.; Shi, J.; Wang, C.; Pan, Z. (2023) “Intelligent control of building fire protection system using digital twins and semantic web technologies”, Department of Civil Engineering, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104728>
- [142] Ramanathan, G.; Vachtsevanou, D.; Garcia, K.; Lemee, J.; Burattini, S.; Mayer, S. (2023) “Semantic Knowledge for Autonomous Smart Farming”. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.11.142>
- [143] Perera, M.; Shi, J.; Wang, C.; Pan, Z. (2020) “Personalized Human Device Interaction through Context aware Augmented Reality”, *ICMI '20: Proceedings of the 2020 International Conference on Multimodal Interaction October 2020 Pages 723–727*. <https://doi.org/10.1145/3382507.3421157>
- [144] Schmalstieg, D.; Fuhrmann, A.; Hesina, G.; Szalavári, Z. (2002) “The Studierstube Augmented Reality Project”, *Presence Teleoperators & Virtual Environments*. DOI:10.1162/105474602317343640
- [145] Albasiouny, E.; Medhat, T.; Sarhan, A.; Eltobely, T. (2011) “Stepping into Augmented Reality”, *International Journal of Networked Computing and Advanced Information Management* 1:9-47 . DOI:10.4156/ijncm.vol1.issue1.2
- [146] Martin, M. (2023). “Augmented Reality (AR) vs Virtual Reality (VR)”, [guru99.com. https://www.guru99.com/difference-between-ar-vr.html](https://www.guru99.com/difference-between-ar-vr.html)
- [147] Fedko, D. (2022). “All You Need to Know About Location-Based Augmented Reality”, [wear-studio.com. https://wear-studio.com/location-based-ar/](https://wear-studio.com/location-based-ar/)
- [148] Park, M.; Lim, K.; Seo, M.; Jong Jung, S.; Lee, K. (2015) “Stepping into Augmented Reality”, *Journal of Computational Design and Engineering*, Volume 2, Issue 1, January 2015, Pages 38–46, <https://doi.org/10.1016/j.jcde.2014.11.004>
- [149] Coughlan, J.; Miele, J.(2017) “AR4VI: AR as an Accessibility Tool for People with Visual Impairments”.*IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality*. DOI:10.1109/ISMAR-Adjunct.2017.89
- [150] Awati, R. (2023). “What is Dublin Core (DC)”, [techtarget.com. https://www.techtarget.com/whatis/definition/Dublin-Core](https://www.techtarget.com/whatis/definition/Dublin-Core)