

Ψηφιακή Μετάβαση στη Βιβλιοθήκη: Εκτεταμένη Πραγματικότητα και κινητές τεχνολογίες στην υπηρεσία του χρήστη

Το παρόν κείμενο ανακοίνωσης παρουσιάστηκε στο:

31ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών – 22-24/10/2025

Ιωάννινα

Βιβλιογραφική αναφορά ανακοίνωσης στα ελληνικά & αγγλικά:

- Πεκρίδου, Ε.; Γκόλα, Κ.; Χυτήρης, Χ.; Κέπας, Γ.; Λάππα, Μ.; Μιχάλας Α. (2025). Ψηφιακή Μετάβαση στη Βιβλιοθήκη: Εκτεταμένη Πραγματικότητα και κινητές τεχνολογίες στην υπηρεσία του χρήστη. *31ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών*. Ακαδημαϊκή ευημερία, ελευθερία και ακεραιότητα: Από το ΑΒ στο ΑΙ, Ιωάννινα. <https://olympias.lib.uoi.gr/jspui/handle/123456789/39344>
- Pekridou, E.; Gkola, C.; Hitiris, C.; Kepas, I.; Lappa, M.; Michalas, A. (2025). Digital Transformation in Libraries: Extended Reality and Mobile Technologies at the Service of the User. *31st Panhellenic Academic Libraries Conference*. Academic Well-being, Freedom, and Integrity: From AB to AI, Ioannina. <https://olympias.lib.uoi.gr/jspui/handle/123456789/39344>

Περιεχόμενα ηλεκτρονικού αρχείου:

- Πλήρες κείμενο εργασίας / full-text in Greek
- Στοιχεία ανακοίνωσης στην ελληνική γλώσσα
- Conference paper's details in English

Για φιλικότερη πλοήγηση συνιστάται εμφάνιση του δυναμικού παραθύρου περιήγησης (επικεφαλίδων/σελιδοδεικτών).

Το περιεχόμενο διατίθεται **ελεύθερα** με άδεια χρήσης: Creative Commons Attribution CC **BY-NC-ND** 4.0 International License

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Πλήρες κείμενο εργασίας / full-text in Greek

Εισαγωγή

Οι ακαδημαϊκές βιβλιοθήκες καλούνται σήμερα να ανταποκριθούν σε μια διπλή πρόκληση: αφενός να διατηρήσουν την παραδοσιακή τους αποστολή στη διαφύλαξη και διάχυση της γνώσης και αφετέρου να εξελιχθούν σε σύγχρονους κόμβους καινοτομίας, μάθησης και συμμετοχής. Παράλληλα, οι χρήστες τους συχνά αντιμετωπίζουν δυσκολίες, όπως η πλοήγηση σε πολύπλοκους χώρους ή η ανάγκη για άμεση και χωρικά προσαρμοσμένη πληροφόρηση. Η αναζήτηση λύσεων που συνδυάζουν λειτουργικότητα και καινοτομία οδηγεί σε τεχνολογίες που προσφέρουν νέες μορφές αλληλεπίδρασης και πρόσβασης στη γνώση.

Μία από τις πλέον υποσχόμενες κατευθύνσεις σε αυτό το πλαίσιο είναι η αξιοποίηση της Εκτεταμένης Πραγματικότητας (Extended Reality: XR). Ο όρος περιγράφει ένα φάσμα τεχνολογιών που περιλαμβάνει την Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality: VR), η οποία δημιουργεί πλήρως ψηφιακά περιβάλλοντα, την Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality: AR), που ενσωματώνει ψηφιακά στοιχεία στον φυσικό χώρο, και τη Μικτή Πραγματικότητα (Mixed Reality: MR), η οποία συνδυάζει τις προηγούμενες τεχνολογίες επιτρέποντας δυναμική αλληλεπίδραση ανάμεσα σε πραγματικά και εικονικά αντικείμενα. Η διεθνής βιβλιογραφία αναδεικνύει την XR ως μέσο βελτίωσης της εμπειρίας των χρηστών, ενίσχυσης της συμμετοχής και δημιουργίας νέων τρόπων πρόσβασης στη γνώση (Miltenoff, 2024). Εντούτοις, η εφαρμογή τέτοιων τεχνολογιών προϋποθέτει συχνά σημαντικές επενδύσεις σε υποδομές, γεγονός που περιορίζει την υιοθέτησή τους από βιβλιοθήκες με περιορισμένους πόρους.

Σε αυτό το πλαίσιο εντάσσονται δύο πιλοτικές εφαρμογές που αναπτύχθηκαν στο MIRANET Lab. Η πρώτη, η InLib nav, αποτελεί υλοποιημένη λύση πλοήγησης που δεν περιορίζεται στη γενική καθοδήγηση προς μια ενότητα ραφιών αλλά συνοδεύει τον χρήστη έως το ακριβές ράφι του επιλεγμένου βιβλίου. Η δεύτερη, ο AR βοηθός, βρίσκεται σε στάδιο σχεδιασμού και στοχεύει στην παροχή

πληροφοριών ακριβώς στο χώρο και τη χρονική στιγμή που απαιτούνται. Και οι δύο εφαρμογές προτάσσουν προσιτές και επεκτάσιμες λύσεις, ικανές να υιοθετηθούν από ακαδημαϊκές βιβλιοθήκες ανεξάρτητα από το μέγεθος ή τους διαθέσιμους πόρους τους.

Θεωρητικό Υπόβαθρο

XR σε βιβλιοθήκες και πολιτιστικούς χώρους

Η ενσωμάτωση τεχνολογιών XR στο οικοσύστημα των χώρων πολιτισμού (GLAMs: Galleries, Libraries, Archives, Museums) έχει λάβει ποικίλες μορφές, ανάλογα με τον τύπο και τις δυνατότητες κάθε ιδρύματος. Στις ακαδημαϊκές βιβλιοθήκες η υιοθέτηση είναι συνήθως σταδιακή, με έμφαση στην ένταξη υπηρεσιών XR στα υπάρχοντα προγράμματα μάθησης. Οι βιβλιοθήκες λειτουργούν ολοένα και περισσότερο ως χώροι πειραματισμού, όπου φοιτητές και ερευνητές γνωρίζουν και αξιοποιούν τεχνολογίες εμβύθυνσης. Σε πιο προηγμένα επίπεδα παρατηρείται η ανάπτυξη εικονικών βιβλιοθηκών σε metaverse πλατφόρμες, οι οποίες συνδυάζουν την πληροφόρηση με κοινωνικές αλληλεπιδράσεις και την δημιουργία κοινοτήτων (Hollister, 2024; Serghides et al., 2024). Παράλληλα, η ενσωμάτωση ψηφιακών βοηθών και ευφυών πρακτόρων (AI agents) σηματοδοτεί τη μετάβαση από την απλή παρουσίαση περιεχομένου σε εμπειρίες με υψηλότερο βαθμό διαδραστικότητας, που αφορούν ολόκληρο το φάσμα των GLAMs (Spyrou et al., 2025).

AR πλοήγηση και γνωστική εργονομία

Η πλοήγηση σε εσωτερικούς χώρους αποτελεί ερευνητικό αντικείμενο που έχει μελετηθεί εκτενώς, ωστόσο η εφαρμογή της στο περιβάλλον των βιβλιοθηκών απαιτεί ιδιαίτερη έμφαση στη γνωστική εργονομία. Έρευνες καταδεικνύουν ότι η μορφή των ενδείξεων με επαυξημένη πραγματικότητα επηρεάζει καθοριστικά την απόδοση και την απόκτηση χωρικής γνώσης, ενώ η χρήση σημείων τοποθεσίας και σαφών σημείων αναφοράς βελτιώνει την αποτελεσματικότητα και μειώνει το γνωστικό φορτίο (Qiu et al., n.d.). Η παροχή πληροφορίας «εκεί

όπου χρειάζεται» αναδεικνύεται κρίσιμη, ιδίως για χρήστες μεγαλύτερης ηλικίας (Qiu et al., n.d.). Παρά ταύτα, μεγάλο μέρος των υφιστάμενων λύσεων περιορίζεται σε γενική καθοδήγηση προς ευρύτερες περιοχές, χωρίς να εξασφαλίζει ακριβή καθοδήγηση έως το επιθυμητό τεκμήριο (Lee et al., 2020). Επιπλέον, πολλές προτάσεις στηρίζονται σε τεχνολογίες υψηλών υποδομών, γεγονός που μειώνει τη βιωσιμότητά τους για βιβλιοθήκες με περιορισμένους πόρους (Shahzad et al., 2025).

Ψηφιακοί βοηθοί: προσωποποίηση και πλαίσιο

Οι ψηφιακοί βοηθοί έχουν εξελιχθεί από απλά συστήματα ερωταποκρίσεων σε διεπαφές που ανιχνεύουν και ερμηνεύουν το πλαίσιο χρήσης (context-aware) και σε πολυτροπικές (multimodal) διεπαφές, οι οποίες συνδυάζουν πολλαπλά κανάλια εισόδου/εξόδου (οπτικά, ακουστικά, απτικά κ.ά.), επιτρέποντας δυναμική προσαρμογή του περιεχομένου στις ανάγκες του χρήστη. Στις βιβλιοθήκες, αυτό μεταφράζεται σε παροχή οδηγιών δανεισμού, πολιτικών χρήσης ή προτάσεων συλλογών ακριβώς τη στιγμή και στον χώρο που είναι αναγκαίες, ενισχύοντας την αυτονομία και μειώνοντας τη διαμεσολάβηση προσωπικού (Danemayer et al., 2023).

Προσβασιμότητα και συμπερίληψη

Παρά την πρόοδο, η προσβασιμότητα για άτομα με αναπηρίες παραμένει περιορισμένα διερευνημένη στο πεδίο της XR. Πρόσφατες μελέτες επισημαίνουν εμπόδια που αντιμετωπίζουν τα άτομα με αναπηρίες στη χρήση εμβυθυστικών τεχνολογιών (Creed et al., 2024; Elor & Ward, 2021). Το γεγονός αυτό καθιστά αναγκαία την ανάπτυξη συμπεριληπτικών προσεγγίσεων στον σχεδιασμό εφαρμογών XR για βιβλιοθήκες, με έμφαση σε πολυτροπικές διεπαφές, υποστήριξη νοηματικής γλώσσας και πολυγλωσσικότητα.

Μεθοδολογία Σχεδιασμού

Κοινή ανάλυση απαιτήσεων και μεθοδολογική προσέγγιση

Η ανάπτυξη των εφαρμογών του MIRANET Lab πραγματοποιήθηκε με επίκεντρο τον χρήστη. Στο πρώτο στάδιο πραγματοποιήθηκε αναλυτική καταγραφή απαιτήσεων μέσω συνεντεύξεων με φοιτητές και προσωπικό της Βιβλιοθήκης του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, καθώς και παρατήρηση της καθημερινής χρήσης των χώρων. Η ανάλυση ανέδειξε επαναλαμβανόμενες δυσκολίες: δυσχέρεια προσανατολισμού σε πολυεπίπεδο κτιριακό περιβάλλον, ανάγκη για άμεση και ακριβή καθοδήγηση έως το τεκμήριο, εξάρτηση από το προσωπικό για εντοπισμό πληροφοριών και έλλειψη εργαλείων προσβασιμότητας που θα ενίσχυαν την αυτονομία των ατόμων με αναπηρίες. Με βάση τα δεδομένα αυτά υιοθετήθηκε μεθοδολογία συνεχούς ανατροφοδότησης: αναπτύχθηκαν πιλοτικές εφαρμογές χαμηλής και μεσαίας πιστότητας, δοκιμάστηκαν σε μικρές ομάδες χρηστών, εντοπίστηκαν αδυναμίες και πραγματοποιήθηκαν έγκαιρες βελτιώσεις. Η διαδικασία αυτή αποτέλεσε κοινό σημείο για την ανάπτυξη τόσο της InLib nav όσο και του AR βοηθού, ενώ οι τελικές υλοποιήσεις διαφοροποιήθηκαν ως προς στόχους και τεχνολογίες.

InLib nav

Κεντρική αρχή και των δύο εφαρμογών υπήρξε η πολυτροπική καθοδήγηση. Στην εφαρμογή InLib nav οι χρήστες λαμβάνουν οδηγίες οπτικά (βέλη: breadcrumbs), ακουστικά (συνθετική φωνή: text-to-speech) και απτικά (δονήσεις συσκευής). Ο πολυτροπικός σχεδιασμός μειώνει το γνωστικό φορτίο και ενισχύει την προσβασιμότητα, ιδίως για χρήστες με οπτικές δυσκολίες (Lu et al., 2024). Η διεπαφή δίνει προτεραιότητα στην απλότητα με χρήση καθαρής τυπογραφίας, ευδιάκριτων κουμπιών και υψηλής αντίθεσης, ώστε να παραμένει χρηστική σε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες, ενώ η βιωσιμότητα ενισχύεται από τη χρήση προσωπικών συσκευών χωρίς εξειδικευμένο εξοπλισμό.

Η πλοήγηση βασίζεται εικόνες με QR κωδικούς τοποθετημένους σε κομβικά σημεία της βιβλιοθήκης. Κάθε κωδικός QR περιλαμβάνει μοναδικό αναγνωριστικό σε μορφή JSON, το οποίο μέσω σάρωσης, επιβεβαιώνει την πορεία του χρήστη και παρέχει οδηγίες για το επόμενο βήμα. Η επιλογή των QR κωδικών προέκυψε από συγκριτική αξιολόγηση έναντι τεχνολογιών υψηλότερης ακρίβειας, όπως το UWB (Ultra-Wideband, ασύρματη τεχνολογία εντοπισμού θέσης με ακρίβεια έως και εκατοστού) και οι μέθοδοι SLAM (Simultaneous Localization and Mapping, ταυτόχρονη χαρτογράφηση και εντοπισμός θέσης συσκευής), οι οποίες κρίθηκαν δαπανηρές και απαιτητικές ως προς τη συντήρηση.

Η εφαρμογή InLib nav υλοποιήθηκε σε Flutter, εξασφαλίζοντας συμβατότητα με Android και iOS. Η αρχιτεκτονική της οργανώνεται σε τέσσερα επίπεδα: (α) διεπαφή χρήστη και πολυτροπικά κανάλια, (β) μεταδεδομένα και χαρτογράφηση χώρου, (γ) λογική πλοήγησης και διαχείριση checkpoints, (δ) υποδομή (APIs, βάση δεδομένων, σύστημα ενημέρωσης QR). Επιπλέον, καταγράφονται χρόνοι πλοήγησης και στατιστικά χρήσης, ώστε να αναλύονται σημεία δυσκολίας και να τεκμηριώνονται βελτιώσεις της εφαρμογής.

AR βοηθός

Ο AR βοηθός εδράζεται στην αρχή της παροχής πληροφορίας «τη στιγμή και στον τόπο που χρειάζεται». Στόχος είναι η ενίσχυση της εμπειρίας του χρήστη με φυσικό και άμεσο τρόπο, αποφεύγοντας υπερφόρτωση με περιττές πληροφορίες: οδηγίες δανεισμού, πληροφορίες πολιτικών ή προτάσεις συλλογών εμφανίζονται ως γραφικά επαυξημένης πραγματικότητας στον πραγματικό χώρο μόνο όταν και όπου απαιτούνται.

Για την υλοποίηση χρησιμοποιήθηκε το Unity με το πλαίσιο AR Foundation, εξασφαλίζοντας συμβατότητα με ARKit και ARCore. Το σύστημα διαρθρώνεται σε τρία επίπεδα: (α) επίπεδο χρήστη, όπου προβάλλονται τα στοιχεία AR με πολυγλωσσική υποστήριξη και ηχητικές οδηγίες, (β) επίπεδο περιεχομένου, το οποίο συνδέεται με τον OPAC (Online Public Access Catalog, δηλαδή τον

διαδικτυακό κατάλογο της βιβλιοθήκης που επιτρέπει αναζήτηση και πρόσβαση σε βιβλία, περιοδικά και άλλο υλικό) και με λοιπές υπηρεσίες για άντληση και δυναμική παρουσίαση δεδομένων, και (γ) επίπεδο λογικής, όπου ενσωματώνονται μηχανισμοί ανίχνευσης θέσης και απόδοσης πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο. Η αρχιτεκτονική αυτή καθιστά τον AR βοηθό προσαρμόσιμο σε διαφορετικά περιβάλλοντα βιβλιοθηκών και διευκολύνει την ενσωμάτωση νέων σεναρίων χρήσης. Ο σχεδιασμός αξιοποίησε παραδείγματα από εφαρμογές σε μουσεία, όπου έχει αποδειχθεί ότι οι ψηφιακοί βοηθοί εμπλουτίζουν την εμπειρία των επισκεπτών.

Παρουσίαση Πιλοτικών Εφαρμογών

InLib nav

Λειτουργικότητα

Η InLib nav διαφοροποιείται από αντίστοιχες διεθνείς λύσεις καθώς καθοδηγεί το χρήστη έως το επίπεδο του συγκεκριμένου τεκμηρίου και όχι μόνο προς μια γενική περιοχή. Η διαδικασία εκκίνησης είναι η αναζήτηση βιβλίου στον OPAC της βιβλιοθήκης, στη συνέχεια το σύστημα δημιουργεί διαδρομή που κωδικοποιείται σε QR checkpoints. Κάθε σάρωση QR επιβεβαιώνει την ορθότητα της πορείας και παρέχει την επόμενη οδηγία. Η διεπαφή αξιοποιεί πολυτροπική καθοδήγηση, μειώνοντας την ανάγκη συνεχούς οπτικής παρακολούθησης της οθόνης. Επιπλέον, υποστηρίζεται καταγραφή χρόνων πλοήγησης, ανάλυση στατιστικών δεδομένων και εντοπισμός σημείων δυσκολίας, ώστε ο μηχανισμός ανατροφοδότησης να παρέχει δεδομένα για συνεχή βελτίωση.

Πιλοτική μελέτη και αποτελέσματα

Η πιλοτική μελέτη πραγματοποιήθηκε στη Βιβλιοθήκη του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας με τέσσερις εθελοντές. Καταγράφηκαν χρόνοι ολοκλήρωσης, σφάλματα πλοήγησης και υποκειμενική εμπειρία μέσω ερωτηματολογίων SUS. Τα αποτελέσματα έδειξαν μέσο χρόνο εντοπισμού 47 δευτερολέπτων και μείωση περίπου 30% στον χρόνο αναζήτησης σε σχέση με

παραδοσιακές μεθόδους. Η μέση βαθμολογία SUS 4,6/5 (περίπου 92/100 στην τυπική κλίμακα SUS) ανέδειξε υψηλή αποδοχή. Ιδίως οι χρήστες με οπτικές δυσκολίες ανέφεραν μεγαλύτερη αυτονομία, χάρη στον συνδυασμό ακουστικών και απτικών ενδείξεων. Ως πρακτική αδυναμία εντοπίστηκε το μέγεθος των QR codes, οπότε προβλέπεται διόρθωση με μεγαλύτερες εκτυπώσεις και βελτιωμένη τοποθέτηση. Τέλος, η ανάλυση των δεδομένων κατέδειξε μειωμένη εξάρτηση από το προσωπικό, επιβεβαιώνοντας τη συμβολή της εφαρμογής στη μείωση φόρτου εργασίας του προσωπικού της βιβλιοθήκης.

AR βοηθός

Σχεδιασμός

Ο AR βοηθός αποτελεί μία φιλόδοξη και καινοτόμα κατεύθυνση στην παροχή υπηρεσιών βιβλιοθήκης και βρίσκεται σε στάδιο ανάπτυξης. Βασικός στόχος είναι η παροχή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο μέσω γραφικών επαυξημένης πραγματικότητας, τα οποία εμφανίζονται στο φυσικό χώρο μόνο όταν και όπου απαιτούνται. Η αρχιτεκτονική βασίζεται σε υποσύστημα ανίχνευσης χώρου (ARKit για iOS, ARCore για Android), υποσύστημα διαχείρισης περιεχομένου με άμεση σύνδεση στον κατάλογο και λοιπές υπηρεσίες της βιβλιοθήκης, και επίπεδο λογικής για απόδοση πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο.

Σενάρια χρήσης

Τα προτεινόμενα σενάρια περιλαμβάνουν παροχή οδηγιών δανεισμού, πληροφόρηση για πολιτικές, προτάσεις συλλογών και εμφάνιση κανόνων χρήσης στον χώρο του αναγνωστηρίου. Ιδιαίτερη έμφαση δίδεται στην πολυγλωσσική υποστήριξη, ώστε να εξυπηρετείται πολυπολιτισμικό κοινό. Η διεθνής εμπειρία καταδεικνύει ότι ψηφιακοί βοηθοί και εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να ενισχύσουν τη λειτουργία πολιτιστικών χώρων και βιβλιοθηκών. Πρόσφατα παραδείγματα περιλαμβάνουν την εφαρμογή chatbot της Δημόσιας Βιβλιοθήκης του (MuseumNext, 2024), που αξιοποιεί ένα ψηφιακό βοηθό για την καθοδήγηση των χρηστών σε εξειδικευμένες συλλογές, προσφέροντας μια νέα βάση προσαρμογής για πολιτιστικά ιδρύματα και μουσεία. Παράλληλα, το έργο

ReInHerit Toolkit Cleveland (Mazzanti et al., 2025) ανέπτυξε ανοιχτού κώδικα εφαρμογές που ενσωματώνουν τεχνητή νοημοσύνη και αλληλεπιδραστικά εργαλεία για την εξατομίκευση της εμπειρίας του επισκέπτη σε ευρωπαϊκά μουσεία. Αντίστοιχα, πρόσφατη μελέτη (Suiçmez et al., 2025) τεκμηριώνει ότι εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να μετασχηματίσουν τις εμπειρίες των επισκεπτών, καθιστώντας την πολιτιστική κληρονομιά πιο διαδραστική, προσβάσιμη και βιωματική.

Προκλήσεις και Προοπτικές

Η υιοθέτηση τεχνολογιών XR σε βιβλιοθήκες και, ευρύτερα, στους χώρους GLAMs, συνοδεύεται από τεχνικές, οργανωτικές και κοινωνικές προκλήσεις. Σε τεχνικό επίπεδο, η κύρια δυσκολία αφορά τις απαιτήσεις υποδομής. Τεχνολογίες υψηλής ακρίβειας, όπως το Ultra-Wideband (UWB) και οι μέθοδοι SLAM, είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές στον εντοπισμό θέσης αλλά προϋποθέτουν εξειδικευμένο εξοπλισμό και συστηματική συντήρηση. Στη βιβλιογραφία καταγράφονται εμπόδια εφαρμογής σε δυναμικά περιβάλλοντα με συχνές αλλαγές διαρρύθμισης (Lu et al., 2024). Αντίθετα, λύσεις χαμηλής υποδομής, όπως οι QR κώδικες, είναι εύχρηστες και χαμηλού κόστους, αν και υστερούν σε ακρίβεια και αυτοματοποίηση.

Σε οργανωτικό επίπεδο, οι βιβλιοθήκες αντιμετωπίζουν ζητήματα εκπαίδευσης προσωπικού και στρατηγικής ένταξης νέων τεχνολογιών. Η διεθνής εμπειρία δείχνει ότι η σταδιακή εισαγωγή υπηρεσιών XR, σε συνδυασμό με κατάρτιση και καλλιέργεια κουλτούρας καινοτομίας, αποτελεί αποτελεσματική στρατηγική (Milténoff, 2024). Οι πιλοτικές εφαρμογές του MIRANET Lab επιβεβαίωσαν ότι η αποδοχή ενισχύεται όταν οι τεχνολογίες γίνονται αντιληπτές ως εργαλεία μείωσης φόρτου, όπως η InLib nav, που περιορίζει τα αιτήματα καθοδήγησης.

Βασική πρόκληση είναι η προσβασιμότητα και η αποδοχή από τους τελικούς χρήστες. Οι πολυτροπικές διεπαφές μπορούν να ενισχύσουν την αυτονομία ατόμων με αναπηρίες, απαιτείται όμως περαιτέρω έρευνα για ενσωμάτωση χαρακτηριστικών όπως πολυγλωσσική υποστήριξη και παρουσίαση

περιεχομένου σε νοηματική γλώσσα. Πρόσφατες μελέτες για τους ψηφιακούς βοηθούς καταδεικνύουν ότι η εξατομικευμένη πληροφόρηση αυξάνει την αποδοχή και τη χρησιμότητα (Danemayer et al., 2023).

Παρά τις προκλήσεις, οι προοπτικές είναι ενθαρρυντικές. Οι βιβλιοθήκες μπορούν να λειτουργήσουν ως πρωτοπόροι χώροι για τεχνολογίες εμπύθυνας, αξιοποιώντας τον χαρακτήρα τους ως ανοιχτών και προσβάσιμων ιδρυμάτων. Οι υλοποιήσεις ψηφιακών βιβλιοθηκών και οι εφαρμογές στο metaverse αναδεικνύουν δυνατότητες σύζευξης φυσικών και εικονικών χώρων (Hollister, 2024; Serghides et al., 2024). Παράλληλα, η ενσωμάτωση με το ευρύτερο οικοσύστημα των GLAMs δημιουργεί πεδίο συνεργασίας και ανάπτυξης εργαλείων (Spyrou et al., 2025). Στο πλαίσιο αυτό, οι δύο πιλοτικές εφαρμογές του MIRANET Lab, η InLib nav και ο AR βοηθός, λειτουργούν ως παραδείγματα λύσεων χαμηλής υποδομής αλλά υψηλής χρηστικότητας, καταδεικνύοντας ότι οι ακαδημαϊκές βιβλιοθήκες μπορούν να υιοθετήσουν καινοτόμες υπηρεσίες XR χωρίς δυσβάστακτο κόστος και να ανοίξουν τον δρόμο για ευρύτερη αξιοποίησή τους.

Συμπεράσματα

Οι δύο πιλοτικές εφαρμογές που αναπτύχθηκαν στο MIRANET Lab τεκμηριώνουν ότι οι ακαδημαϊκές βιβλιοθήκες μπορούν να υιοθετήσουν τεχνολογίες XR με τρόπο προσιτό, βιώσιμο και επεκτάσιμο. Η InLib nav, ως εφαρμογή πλοήγησης βασισμένη σε QR κώδικες και πολυτροπική καθοδήγηση, απέδωσε συγκεκριμένα μετρήσιμα αποτελέσματα: μείωση 30% στον χρόνο αναζήτησης τεκμηρίων (από μέσο όρο 67 σε 47 δευτερόλεπτα), υψηλή αποδοχή (SUS 4,6/5 $\approx$ 92/100) και σαφή μείωση αιτημάτων καθοδήγησης προς το προσωπικό. Οι χρήστες με οπτικές δυσκολίες ανέφεραν ενίσχυση της αυτονομίας τους χάρη στον συνδυασμό ακουστικών και απτικών ενδείξεων. Ο AR βοηθός, παρότι σε στάδιο σχεδιασμού, έχει ολοκληρωμένη αρχιτεκτονική και ορισμένα βασικά σενάρια χρήσης, θεμελιώνοντας την παροχή πληροφόρησης σε πραγματικό χρόνο.

Τα επόμενα βήματα περιλαμβάνουν την επέκταση της πιλοτικής δοκιμής της InLib nan σε διαφορετικά περιβάλλοντα βιβλιοθηκών, βελτιστοποίηση μεγέθους και τοποθέτησης QR κωδικών, καθώς και την ολοκλήρωση της ανάπτυξης του AR βοηθού με βασικές λειτουργίες. Ακολουθεί η πλήρης ανάπτυξη του AR βοηθού με σύνδεση στον OPAC και πολυγλωσσική υποστήριξη, συνοδευόμενη από συγκριτική μελέτη έναντι παραδοσιακών μεθόδων πληροφόρησης, και η δημιουργία οδηγού υλοποίησης/τεκμηρίωσης για μεταφορά των λύσεων σε άλλες βιβλιοθήκες. Σε επόμενο στάδιο, εξετάζεται ενοποιημένη πλατφόρμα που θα συνδυάζει τις δυνατότητες και των δύο εφαρμογών, επέκταση σε μουσεία και αρχεία, καθώς και αξιοποίηση τεχνητής νοημοσύνης για εξατομικευμένες προτάσεις και υποστήριξη χρηστών.

Σε σύγκριση με τις διεθνείς εξελίξεις, η έμφαση σε λύσεις χαμηλής υποδομής καταδεικνύει ότι η καινοτομία δεν απαιτεί κατ' ανάγκην υψηλό κόστος. Τα αποτελέσματα της InLib nan επιβεβαιώνουν ότι ακόμη και απλές τεχνολογικές παρεμβάσεις μπορούν να παράγουν ουσιαστικά οφέλη για χρήστες και προσωπικό. Η εργασία συμβάλλει πρακτικά στο πεδίο, παρουσιάζοντας επαληθευμένα δεδομένα που τεκμηριώνουν τη βιωσιμότητα της XR σε ακαδημαϊκές βιβλιοθήκες ανεξάρτητα από τους διαθέσιμους πόρους, και ανοίγει νέους δρόμους για προσιτή και συμπεριληπτική ψηφιακή καινοτομία στο οικοσύστημα των GLAMs.

Βιβλιογραφία

- Creed, C., Al-Kalbani, M., Theil, A., Sarcar, S., & Williams, I. (2024). Inclusive AR/VR: Accessibility barriers for immersive technologies. *Universal Access in the Information Society*, 23(1), 59–73. <https://doi.org/10.1007/s10209-023-00969-0>
- Danemayer, J., Holloway, C., Cho, Y., Berthouze, N., Singh, A., Bhot, W., Dixon, O., Grobelnik, M., & Shawe-Taylor, J. (2023). Seeking information about assistive technology: Exploring current practices, challenges, and

the need for smarter systems. *International Journal of Human-Computer Studies*, 177, 103078. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2023.103078>

- Elor, A., & Ward, J. (2021). Accessibility needs of extended reality hardware: A mixed academic-industry reflection. *Interactions*, 28(3), 42–46. <https://doi.org/10.1145/3457877>
- Hollister, J. M. (2024). Virtual Libraries in the New Metaverse: An Exploratory Study on Community Libraries in Meta Horizon Worlds. *International Journal of Knowledge Content Development & Technology*, 14(4), 113–133. <https://doi.org/10.5865/IJKCT.2024.14.4.113>
- Lee, C.-I., Xiao, F.-R., & Hsu, Y.-W. (2020). AR Book-Finding Behavior of Users in Library Venue. *Applied Sciences*, 10(20), 7349. <https://doi.org/10.3390/app10207349>
- Lu, M., Arikawa, M., Oba, K., Ishikawa, K., Jin, Y., Utsumi, T., & Sato, R. (2024). Indoor AR Navigation Framework Based on Geofencing and Image-Tracking with Accumulated Error Correction. *Applied Sciences*, 14(10), 4262. <https://doi.org/10.3390/app14104262>
- Mazzanti, P., Ferracani, A., Bertini, M., & Principi, F. (2025). Reshaping Museum Experiences with AI: The ReInHerit Toolkit. *Heritage*, 8(7), 277. <https://doi.org/10.3390/heritage8070277>
- Miltenoff, P. (2024). Initiating Immersive Teaching and Learning Service in Academic Libraries: Part 1: The Approach to VR Services and the Role of the Library. *The International Information & Library Review*, 56(1), 65–85. <https://doi.org/10.1080/10572317.2024.2301864>
- MuseumNext. (2024, September 5). How the Cleveland Public Library's chatbot initiative could inspire museums. MuseumNext. <https://www.museumnext.com/article/how-the-cleveland-public-librarys-chatbot-initiative-could-inspire-museums>

- Qiu, Z., Ashour, M., Zhou, X., & Kalantari, S. (n.d.). NavMarkAR: A Landmark-based Augmented Reality (AR) Wayfinding System for Enhancing Spatial Learning of Older Adults.
- Serghides, C.-G., Christoforides, G., Iakovides, N., & Aristidou, A. (2024). Design and implementation of an interactive virtual library based on its physical counterpart. *Virtual Reality*, 28(3), 124. <https://doi.org/10.1007/s10055-024-01023-x>
- Shahzad, K., Khan, S. A. K. A., Javed, Y., & Ahmad, S. (2025). Factors influencing the adoption of extended reality (XR) applications in libraries for sustainable innovative services: A systematic literature review (SLR). *The Electronic Library*, 43(1), 22–40. <https://doi.org/10.1108/EL-06-2024-0188>
- Spyrou, O., Hurst, W., & Krampe, C. (2025). A Reference Architecture for Virtual Human Integration in the Metaverse: Enhancing the Galleries, Libraries, Archives, and Museums (GLAM) Sector with AI-Driven Experiences. *Future Internet*, 17(1), 36. <https://doi.org/10.3390/fi17010036>
- Suiçmez, İ., Altınay, F., Dağlı, G., Zeng, H., Shadiev, R., İşlek, D., Danju, İ., & Altınay, Z. (2025). Artificial intelligence application for museum to experiential transformation of cultural heritage and learning. *Smart Learning Environments*, 12(1), 45. <https://doi.org/10.1186/s40561-025-00404-2>

Στοιχεία ανακοίνωσης στην ελληνική γλώσσα

Τίτλος εργασίας

Ψηφιακή Μετάβαση στη Βιβλιοθήκη: Εκτεταμένη Πραγματικότητα και κινητές τεχνολογίες στην υπηρεσία του χρήστη.

Στοιχεία συγγραφέα / συγγραφέων

Ελισσάβετ Πεκρίδου, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, e.pekridou@uowm.gr,
Υποψήφια Διδάκτορας στο τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών
Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας.

Κλεοπάτρα Γκόλα, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, c.gkola@uowm.gr,
Υποψήφια Διδάκτορας στο τμήμα Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Δυτικής
Μακεδονίας.

Χρήστος Χυτήρης, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, c.hitiris@uowm.gr,
Υποψήφιος Διδάκτορας στο τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών
Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας.

Γιάννης Κέπας, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Μακεδονίας.
keras.giannis@gmail.com, Προπτυχιακός Φοιτητής του τμήματος Πληροφορικής
του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας.

Μαρία Λάππα, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, mlappa@uowm.gr,
Βιβλιοθηκονόμος Βιβλιοθήκης Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας.

Λέξεις-κλειδιά

1. Τεχνολογική Καινοτομία
2. Ψηφιακοί Βοηθοί
3. Ψηφιακές Βιβλιοθήκες
4. Εφαρμογές για Κινητές Συσκευές
5. Εκτεταμένη Πραγματικότητα (XR)

Περίληψη

Η εκτεταμένη πραγματικότητα (XR: Extended Reality), όρος-ομπρέλα που περιλαμβάνει την Εικονική (VR: Virtual Reality), την Επαυξημένη (AR: Augmented Reality) και τη Μικτή Πραγματικότητα (MR: Mixed Reality), αναδεικνύεται σε καταλύτη καινοτομίας για τις σύγχρονες βιβλιοθήκες. Η παρούσα εργασία

εξετάζει τον τρόπο με τον οποίο οι βιβλιοθήκες μπορούν να μετασχηματιστούν μέσα από την υιοθέτηση καινοτόμων τεχνολογιών, ενισχύοντας την εμπειρία των επισκεπτών και καθιστώντας τις υπηρεσίες τους προσβάσιμες σε ευρύτερο κοινό. Εξετάζονται εφαρμογές εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας που εφαρμόζονται διεθνώς, συμβάλλοντας στην ανάδειξη της πολιτιστικής κληρονομιάς και προσφέροντας νέα εκπαιδευτικά μοντέλα, όπως διαδραστικές περιηγήσεις (Virtual Tours) και παιχνίδια σοβαρού σκοπού (Serious games). Στο πλαίσιο αυτό, παρουσιάζονται δύο πιλοτικές εφαρμογές που αναπτύχθηκαν από το Εργαστήριο Μικτής Πραγματικότητας και Δικτυοκεντρικών Συστημάτων (MIRANET) του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, σε συνεργασία με τη Βιβλιοθήκη του Ιδρύματος: μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας (AR) που λειτουργεί ως «ψηφιακός βοηθός», προσφέροντας πληροφορίες και καθοδήγηση στο φυσικό χώρο της βιβλιοθήκης, και μια εφαρμογή για κινητές συσκευές που επιτρέπει τον εντοπισμό βιβλίων και την πλοήγηση του επισκέπτη εντός του χώρου. Οι εφαρμογές αυτές εντάσσονται στο ευρύτερο πλαίσιο της ψηφιακής μετάβασης των βιβλιοθηκών, η οποία αποσκοπεί στην ενίσχυση της εκπαιδευτικής τους διάστασης, την εξατομίκευση της εμπειρίας και τη διασφάλιση της προσβασιμότητας για όλους τους επισκέπτες. Μέσα από τον τεχνολογικό μετασχηματισμό, οι βιβλιοθήκες εξελίσσονται σε δυναμικά περιβάλλοντα δημιουργικότητας και συμμετοχικότητας, ενισχύοντας τον εκπαιδευτικό και πολιτιστικό τους πυρήνα.

Conference paper's details in English

The paper was presented at the **31st Panhellenic Academic Libraries Conference**, which took place at Ioannina (Greece) during 22-24 of October 2025. Conference website: <https://en.31palc.lib.uoi.gr/>

Title

Digital Transformation in Libraries: Extended Reality and Mobile Technologies at the Service of the User

Details of author / authors

Elissavet Pekridou, University of Western Macedonia, e.pekridou@uowm.gr,
PhD Candidate at the Department of Electrical and Computer Engineering,
University of Western Macedonia

Cleopatra Gkola, University of Western Macedonia, c.gkola@uowm.gr, PhD
Candidate at the Department of Informatics, University of Western Macedonia

Christos Hitiris, University of Western Macedonia, c.hitiris@uowm.gr, PhD
Candidate at the Department of Electrical and Computer Engineering, University
of Western Macedonia

Ioannis Kepas, University of Western Macedonia, kepas.giannis@gmail.com,
Undergraduate Student at the Department of Informatics, University of Western
Macedonia

Maria Lappa, University of Western Macedonia, mlappa@uowm.gr, Librarian at
the Library of the University of Western Macedonia

Angelos Michalas, University of Western Macedonia, amichalas@uowm.gr,
Professor at the Department of Electrical and Computer Engineering, University
of Western Macedonia

Keywords

1. Technological Innovation
2. Digital Assistants
3. Digital Libraries
4. Mobile Applications
5. Extended Reality (XR)

Abstract

Extended Reality (XR), an umbrella term encompassing Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), and Mixed Reality (MR), is emerging as a catalyst for innovation in modern libraries. This work examines how libraries can be transformed through the adoption of innovative technologies, thereby enhancing visitors' experiences and making their services more accessible to a broader audience. It examines international applications of virtual and augmented reality that promote cultural heritage and introduce new educational models, such as interactive virtual tours and serious games. In this context, two pilot applications developed by the Mixed Reality and Network-Based Systems Laboratory (MIRANET Lab) of the University of Western Macedonia, in collaboration with the University's Library, are presented: The first is an augmented reality (AR) application that acts as a "virtual assistant," providing information and guidance within the library's physical space. The second is a mobile application designed to help users locate books and navigate the library. These applications are part of the broader digital transformation of libraries, which aims to enhance their educational role, personalize the user experience, and ensure accessibility for all visitors. Through this technological transformation, libraries are evolving into dynamic environments that foster creativity and participation, reinforcing their educational and cultural mission.