

Η ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ e-ΠαλΜ ΓΙΑ ΕΙΚΟΝΙΚΕΣ ΞΕΝΑΓΗΣΕΙΣ ΣΕ ΕΝΑ ΣΥΓΧΡΟΝΟ ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΜΟΥΣΕΙΟ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΡΑΚΤΟΡΑ ΣΥΖΗΤΗΣΕΩΝ

ΤΣΙΤΣΕΚΛΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, ΣΤΑΥΡΟΠΟΥΛΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ, ΜΑΥΡΑΕΙΔΗ ΛΥΔΙΑ,
ΖΑΦΕΙΡΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ, ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΣΥΜΕΩΝ

Εργαστήριο Διαχείρισης και Βέλτιστου Σχεδιασμού Δικτύων
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

email: {ktsitseklis, gstavr, lmavraidi}@netmode.ntua.gr, tzafeir@cn.ntua.gr, papavass@mail.ntua.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σύγχρονος πολιτισμός, η ψηφιακή επανάσταση και η εξάπλωση της ψηφιακής τεχνολογίας έχει επιφέρει πολλές αλλαγές στη ζωή των ανθρώπων. Ιδιαίτερα μετά την πανδημία του COVID-19, σημαντικό μέρος της καθημερινότητας των ανθρώπων (εργασία, κοινωνικές επαφές, διασκέδαση, εκπαίδευση) άρχισε να γίνεται μέσω των υπολογιστών και του διαδικτύου. Ο χώρος του πολιτισμού δε θα μπορούσε να μείνει ανεπηρέαστος (Πηγή: <https://www.travelandleisure.com/attractions/museums-galleries/museums-with-virtual-tours>). Σε αυτή την εργασία παρουσιάζεται η πλατφόρμα e-ΠαλΜ που προσφέρει προηγμένες υπηρεσίες εικονικής Περιήγησης και Εκπαίδευσης στο Μουσείο Γεωλογίας και Παλαιοντολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών. Βασική παρεχόμενη υπηρεσία αποτελεί η διαδικτυακή περιήγηση των χρηστών στο μουσείο. Ωστόσο, παρέχονται επιπρόσθετες υπηρεσίες, τεχνολογικά καινοτόμες, που καθιστούν την πλατφόρμα e-ΠαλΜ ένα μοναδικό εργαλείο για εικονική ξενάγηση σε ένα χώρο πολιτισμικής κληρονομιάς. Πιο συγκεκριμένα, για τα εκθέματα που εκτίθενται στο μουσείο, παρέχεται ψηφιοποιημένη πληροφορία που περιλαμβάνει, εκτός από κείμενα με επιστημονικές πληροφορίες, φωτογραφίες, 3D απεικονίσεις (Konstantakis, 2023), βίντεο και ηχητικά αρχεία, προσφέροντας στον επισκέπτη βαθύτερη γνώση και κατανόηση σε σχέση με την απλή παρατήρησή τους στο χώρο του μουσείου. Η πλατφόρμα διαθέτει επίσης πλήθος Εκπαιδευτικών Προγραμμάτων που προσομοιάζουν την ξενάγηση στο μουσείο με ξεναγό αλλά και Παιχνίδια Γνώσης που απευθύνονται σε παιδιά και εφήβους και τα οποία δρουν συμπληρωματικά στις δραστηριότητες περιήγησης. Μία από τις υπηρεσίες που προσφέρονται είναι ο Εικονικός Πράκτορας Συζητήσεων (Tsitseklis, 2023) που συνοδεύει τον επισκέπτη κατά την περιήγησή του στο μουσείο για να τον βοηθήσει να δει τα εκθέματα που τον ενδιαφέρουν και να αξιοποιήσει τις προσφερόμενες υπηρεσίες, υποστηρίζοντας τόσο την επικοινωνία μέσω προκαθορισμένων επιλογών όσο και με πληκτρολόγηση ελεύθερου κειμένου. Προσφέρει επίσης στους επισκέπτες προσωποποιημένες συστάσεις με βάση τα ενδιαφέροντά τους. Τα εργαλεία με τα οποία αναπτύχθηκε το σύστημα διαχείρισης δεδομένων επιτρέπουν τη δημιουργία νέου υλικού (εισαγωγή εκθεμάτων, παιχνιδιών, προγραμμάτων) χωρίς να απαιτούνται εξειδικευμένες γνώσεις. Με γνώμονα την παροχή ποιοτικών υπηρεσιών στους χρήστες της πλατφόρμας σχεδιάστηκε ερωτηματολόγιο σχετικά με την ικανοποίηση τους, τόσο από το υφιστάμενο περιεχόμενο, όσο και από την αλληλεπίδρασή τους με τον εικονικό πράκτορα συζήτησης. Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν τα προτερήματα της πλατφόρμας, καθώς και σημεία που χρίζουν βελτίωση ή επέκταση.

Λέξεις Κλειδιά: Εικονικό μουσείο, διαδικτυακή ξενάγηση, εικονικός πράκτορας συζητήσεων, εκπαιδευτικά παιχνίδια

1. Εισαγωγή

Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας έχει επιφέρει σημαντικές αλλαγές στις ζωές μας, με τα ψηφιακά μέσα να διεισδύουν σε κάθε πτυχή τους. Ο πολιτιστικός τομέας δεν αποτελεί εξαίρεση καθώς βιώνει μια μετάβαση προς την ψηφιοποίηση κατά τις τελευταίες δεκαετίες, με νέους τύπους μουσείων να έχουν ήδη εμφανιστεί. Έτσι ο κλάδος της μουσειολογίας επανεξετάζεται, εμπλουτίζεται και εκσυγχρονίζεται, λόγω των απαιτήσεων της ψηφιακής εποχής. Οι επαγγελματίες των μουσείων καλούνται να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις και να προσαρμοστούν σε νέους τρόπους εκπαίδευσης, ψυχαγωγίας που οδηγούν τελικά σε αύξηση των επισκεπτών.

Με τις δυνατότητες που υπάρχουν στο σήμερα σε μια σειρά τομέων της τεχνολογίας είναι δυνατή η ανάπτυξη ποιοτικών και ελκυστικών εφαρμογών εικονικής περιήγησης ως εναλλακτική στην επίσκεψη των φυσικών χώρων, επιτρέποντας έτσι την πρόσβαση στις συλλογές μουσείων ανεξαρτήτως της θέσης των επισκεπτών τους. Είναι πλέον δυνατή η πιστή απεικόνιση τόσο του χώρου όσο και των εκθεμάτων σε 3D μορφή. Επιπλέον, οι γρήγορες ταχύτητες πρόσβασης στο Διαδίκτυο εξασφαλίζουν την ομαλή πλοήγηση των χρηστών σε τέτοια τρισδιάστατα περιβάλλοντα τα οποία εκτός της εικόνας είναι δυνατόν να περιέχουν ήχο, βίντεο, συνοδευτικά κείμενα, παιχνίδια, κ.α.

Σε αυτό το πλαίσιο αναπτύχθηκε και η πλατφόρμα e-ΠαλΜ που αφορά στην ψηφιοποίηση του Μουσείου Παλαιοντολογίας του ΕΚΠΑ. Η εφαρμογή υποστηρίζει την περιήγηση στον χώρο του μουσείου και μια σειρά από συνοδευτικές υπηρεσίες, όπως ο πράκτορας συζητήσεων, με σκοπό την διατήρηση του ενδιαφέροντος των επισκεπτών αλλά και την ενημέρωσή τους σχετικά με την συλλογή του Μουσείου. Με βασικό άξονα την αξιολόγηση βασικών στοιχείων της πλατφόρμας από το ευρύτερο κοινό, δημιουργήθηκε ερωτηματολόγιο το οποίο συμπληρώθηκε από 22 άτομα, το οποίο από την μια αναδεικνύει την ποιότητα των προσφερόμενων υπηρεσιών αλλά ταυτόχρονα υποδεικνύει και τους τομείς στους οποίους υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης για την ενίσχυση της ποιότητας της υπηρεσίας που απολαμβάνουν οι διαδικτυακοί επισκέπτες του μουσείου.

Η δομή της παρούσας εργασίας έχει ως εξής: Στην Ενότητα 2 παρουσιάζουμε εργασίες από την βιβλιογραφία που αφορούν την ψηφιοποίηση χώρων πολιτιστικής κληρονομιάς αλλά και εργασίες που περιγράφουν την ανάπτυξη πρακτόρων συζητήσεων που λειτουργούν στο ευρύτερο πλαίσιο του πολιτισμού. Στην Ενότητα 3 περιγράφεται συνοπτικά η πλατφόρμα e-ΠαλΜ, η αρχιτεκτονική της και περιγράφονται με μεγαλύτερη λεπτομέρεια οι λειτουργίες του πράκτορα συζητήσεων. Η Ενότητα 4 παρουσιάζει την δομή του ερωτηματολογίου που κλήθηκαν να απαντήσουν διαδικτυακοί επισκέπτες του μουσείου, ενώ η Ενότητα 5 παρουσιάζει τα στατιστικά αποτελέσματα των απαντήσεων τους, συνοδευόμενα από τον απαραίτητο σχολιασμό τους. Τέλος, η Ενότητα 6 ολοκληρώνει την εργασία, συνοψίζοντας τα κύρια συμπεράσματα και πιθανές μελλοντικές κατευθύνσεις.

2. Εικονικές Περιηγήσεις και Πράκτορες Συζητήσεων σε χώρους Πολιτιστικής Κληρονομιάς

Σήμερα, τα περισσότερα σύγχρονα μουσεία, δεν διαθέτουν απλά ένα ψηφιακό φυλλάδιο με πληροφορίες για το μουσείο ή μια στατική ιστοσελίδα, αλλά έχουν επιδιώξει την δημιουργία του ψηφιακού τους μουσείου, που στόχο έχει να πληροφορήσει, να διδάξει, να ψυχαγωγήσει τον επισκέπτη με στόχο να επισκεφτεί και το φυσικό μουσείο.

Πολλά από τα μεγαλύτερα μουσεία του κόσμου όπως το Βρετανικό Μουσείο στο Λονδίνο, το Μουσείο Σύγχρονης Τέχνης της Σεούλ, το Μουσείο του Βαν Γκογκ στο Άμστερνταμ προσφέρουν

στους διαδικτυακούς επισκέπτες τη δυνατότητα να δουν τις συλλογές τους από οπουδήποτε στον κόσμο (Πηγή: <https://www.travelandleisure.com/attractions/museums-galleries/museums-with-virtual-tours>). Συνέπεια των lockdown που επιβλήθηκαν κατά την περίοδο 2020-2021 ήταν η μείωση της επισκεψιμότητας των μουσείων και η μεγαλύτερη απαίτηση του κοινού για διαδικτυακές υπηρεσίες. Για τον λόγο αυτό δίνεται πλέον μεγαλύτερη έμφαση στην ανάπτυξη εφαρμογών εικονικής περιήγησης σε τέτοια περιβάλλοντα. Σύμφωνα με την μελέτη του Δικτύου των Οργανισμών Ευρωπαϊκών Μουσείων (Network of European Museum Organisations, NEMO) (Πηγή: https://www.nemo.org/fileadmin/Dateien/public/NEMO_documents/NEMO_COVID19_Report_12.05.2020.pdf), το 80% των μουσείων, από τα 1000 που λήφθηκαν υπόψη, αύξησαν τις ψηφιακές τους υπηρεσίες, και το 40% δήλωσε αυξήσεις στην διαδικτυακή επισκεψιμότητα με εύρος από 10 έως και 150%.

Οι πρώτες προσπάθειες για ψηφιοποίηση Μουσείων χρονολογούνται ήδη από το 1947 όταν διατυπώθηκε ο ορισμός και το όραμα για το “μουσείο της φαντασίας” (Malraux, 1965) ως “μια συλλογή από ψηφιακά καταγεγραμμένες εικόνες, ηχητικά αρχεία, κείμενο και άλλα σχετικά δεδομένα ιστορικού, επιστημονικού ή πολιτισμικού ενδιαφέροντος”.

Στην έρευνα που περιγράφεται στο (Jia, 2022), οι επιστήμονες περιγράφουν τη λειτουργία της υπηρεσίας εικονικής περιήγησης της Έκθεσης Αρχιτεκτονικής της Απαγορευμένης Πόλης στο Πεκίνο καθώς και την αξιολόγηση της μέσω ερωτηματολογίων. Κατά την διάρκεια της ξενάγησης, ο επισκέπτης μπορεί να κινείται στον χώρο μέσω ενός κουμπιού στην οθόνη του. Μέσω πανοραμικής φωτογραφίας 360 μοιρών είναι δυνατόν να βλέπει τα εκθέματα και κάνοντας κλικ σε κατάλληλα ορισμένα σημεία κοντά στα εκθέματα μπορεί να διαβάσει πληροφορίες για αυτά.

Ήδη από το 2014, οι συγγραφείς του (Chiara, 2014) προτείνουν την ενσωμάτωση των φορητών έξυπνων τηλεφώνων και Tablets για την υλοποίηση υπηρεσιών εικονικής περιήγησης σε χώρους πολιτισμικού ενδιαφέροντος. Το σύστημα που αναπτύχθηκε σχεδιάζει και προτείνει στους χρήστες που βρίσκονται είτε στην Βαρκελώνη, την Μασσαλία ή το Κάγκκλιαρι, διαδρομές που περιλαμβάνουν τόσο μνημεία αλλά και εκδηλώσεις σχετικές με τον πολιτισμό (π.χ., καλλιτεχνικές εκθέσεις). Οι χρήστες του συστήματος μπορούν να βαθμολογούν τις παρεχόμενες συστάσεις καθώς και να βλέπουν το πως αξιολόγησαν άλλοι χρήστες τα προτεινόμενα μονοπάτια.

Με στόχο την ποιοτικότερη και φιλικότερη πρόσβαση του πληθυσμού σε πολιτισμικό περιεχόμενο, διάφοροι ερευνητές έχουν προτείνει την υλοποίηση πρακτόρων συζητήσεων. Οι πράκτορες συζήτησης (chatbots) είναι δυνατόν να διατηρήσουν μια “συζήτηση” με τον χρήστη και να του προσφέρουν βοήθεια, πληροφορίες ή και συστάσεις σύμφωνα με τις προτιμήσεις του. Για να το επιτύχουν αυτό εκμεταλλεύονται την πρόσβαση σε μεγάλο όγκο δεδομένων που προκύπτουν από την ψηφιοποίηση εκθεμάτων, συλλογών και κειμένων από ιδρύματα και οργανισμούς καθώς και την ύπαρξη ισχυρών αλγορίθμων μηχανικής μάθησης και εργαλείων για επεξεργασία φυσικής γλώσσας.

Το σύστημα CulturalERICA (Machidon, 2020) μέσω της διασύνδεσής του με την βάση Europeana (<https://www.europeana.eu>) έχει ως στόχο την αποτελεσματικότερη πρόσβαση των χρηστών στον κατάλογο των εκθεμάτων της. Για την υλοποίηση του συστήματος, χρησιμοποιήθηκε το σύστημα Dialogflow της Google. Ο πράκτορας συζήτησης, μέσω κατάλληλων αλγορίθμων επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, αντιλαμβάνεται τα συμφραζόμενα της συζήτησης και παράγει απαντήσεις. Η εκπαίδευση του αλγορίθμου μηχανικής μάθησης επιτεύχθηκε με χρήση επισημειωμένων (annotated) φράσεων που δημιουργήθηκαν από τους ερευνητές.

Επιπλέον, για την καθοδήγηση τουριστών στην Νάπολη, στο (Sperli, 2020) προτείνεται ένας πράκτορας συζήτησης με την μορφή chatbot βασισμένος σε αλγορίθμους βαθιάς μηχανικής μάθησης (deep learning). Οι χρήστες μπορούν να ρωτήσουν τον πράκτορα συζητήσεων σχετικά με εκδηλώσεις, θεατρικές παραστάσεις και χώρους πολιτιστικού ενδιαφέροντος όπως είναι τα μουσεία, πάρκα κ.λπ. Το κείμενο που δίνεται ως είσοδος από τους χρήστες, αναλύεται με χρήση ενός σχήματος Κωδικοποιητή-Αποκωδικοποιητή. Ο Κωδικοποιητής μετατρέπει το κείμενο σε σημεία ενός διανυσματικού χώρου μέσω λεξιλογικής ενσωμάτωσης σε γεωμετρικό χώρο (Word Embedding). Ο Αποκωδικοποιητής χρησιμοποιεί το μοντέλο του Επαναλαμβανόμενου Νευρωνικού Δικτύου (Recurrent Neural Network, RNN) για να παράξει την απάντηση, η οποία τελικά προβάλλεται στον χρήστη.

3. Η πλατφόρμα e-ΠαλΜ

Εικόνα 1: Οθόνη 360 περιήγησης της πλατφόρμας e-ΠαλΜ



Η πλατφόρμα e-ΠαλΜ παρουσιάζεται στο παρόν κεφάλαιο ως μία προτεινόμενη λύση στο γενικότερο ζήτημα ψηφιοποίησης της πολιτισμικής μας κληρονομιάς και της ανάπτυξης των ανάλογων διαδικτυακών υπηρεσιών. Η λύση αυτή υιοθετεί μία πολύπλευρη και σφαιρική οπτική, συνδυάζοντας εμβριθώς αρκετές συνιστώσες, με στόχο να παρέχει μια πλούσια εμπειρία τόσο στους διαδικτυακούς επισκέπτες όσο και στους επισκέπτες του φυσικού μουσείου. Σαν πρώτο βήμα, πραγματοποιήθηκε η ψηφιοποίηση υλικού του μουσείου, με επακόλουθη την ενσωμάτωση της ψηφιακής τους εκδοχής στην ενιαία πλατφόρμα e-ΠαλΜ. Για την ψηφιοποίηση των εκθεμάτων του μουσείου αξιοποιήθηκε η σάρωση και η φωτογράφιση τους με τεχνικές τρισδιάστατης σάρωσης. Ανάλογος ειδικός εξοπλισμός τρισδιάστατης απεικόνισης χρησιμοποιήθηκε και για την απεικόνιση των χώρων του μουσείου. Επιπλέον, συλλέχθηκε οπτικοακουστικό υλικό σχετικό με τα μουσειακά εκθέματα, ενώ πλήθος αρχείων κειμένου επιστημονικού ενδιαφέροντος μετατράπηκαν σε ψηφιακά. Τα παρεχόμενα από την πλατφόρμα εκπαιδευτικά παιχνίδια και προγράμματα ενσωματώθηκαν επίσης σε ψηφιακή μορφή.

Συνολικά, η πλατφόρμα e-ΠαλΜ παρέχει στους διαδικτυακούς επισκέπτες την δυνατότητα να περιηγηθούν στους χώρους του μουσείου και να δούνε τα εκθέματα αυτού, ψηφιακά εκπαιδευτικά προγράμματα και διαδραστικά ψηφιακά παιχνίδια με περιεχόμενο σχετικό με τις θεματικές ενότητες του μουσείου. Μέσω των εικονικών περιηγήσεων οι επισκέπτες περιοδεύουν στους χώρους του μουσείου, ανακαλύπτουν τις διαθέσιμες συλλογές, βλέπουν τις τρισδιάστατες απεικονίσεις των εκθεμάτων και διαβάζουν διαφωτιστικές πληροφορίες σχετικά με αυτά. Ειδικό από τον κλάδο της Παλαιοντολογίας έχουν επιμεληθεί με ιδιαίτερη προσοχή τόσο τα εκπαιδευτικά παιχνίδια όσο και τα εκπαιδευτικά προγράμματα, που προσομοιώνουν σε μεγάλο βαθμό μία ξεναγήση στο φυσικό χώρο του μουσείου. Όλες οι προαναφερθείσες υπηρεσίες διευκολύνονται

και υποβοηθούνται από έναν εικονικό πράκτορα συζητήσεων, ο οποίος είναι προσβάσιμος από όλους τους διαδικτυακούς επισκέπτες μέσω της εφαρμογής της 360 περιήγησης. Ο ρόλος τους εικονικού αυτού πράκτορα είναι να «συνομιλεί» με τους χρήστες, να αναγνωρίζει τις προθέσεις και το αντικείμενο του ενδιαφέροντός τους, να τους παρέχει εύκολη και γρήγορη πρόσβαση σε όλες τις υπηρεσίες της πλατφόρμας καθώς και να προτείνει εξατομικευμένες συστάσεις. Ως εκ τούτου συμβάλει δραστικά στη αναβάθμιση της ποιότητας εμπειρίας (Quality of Experience) των διαδικτυακών επισκεπτών του μουσείου.

3.1 Αρχιτεκτονική της πλατφόρμας

Στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 2) απεικονίζεται το σχήμα της αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας e-ΠαλΜ. Το σύστημα, όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, αποτελείται από το Σύστημα Διαχείρισης Δεδομένων (Content Management System - CMS), τον Μηχανισμό Διαχείρισης Περιεχομένου (Content Creation Mechanism), τον Εικονικό Πράκτορα Συζητήσεων (Conversational Agent) και τη Διεπαφή Χρήστη (Front-end) μέσω της οποίας οι επισκέπτες της πλατφόρμας αποκτούν πρόσβαση στο μουσείο.

A. Σύστημα Διαχείρισης Δεδομένων (Content Management System - CMS)

Το Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου (CMS) είναι μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα υπεύθυνη για τη διαχείριση και την οργάνωση του ψηφιακού περιεχομένου του εικονικού μουσείου, η οποία επιτρέπει την εύκολη καταχώρηση και επεξεργασία δεδομένων που αφορούν τα εκθέματα, τα παιχνίδια και τις 360-περιηγήσεις και είναι προσβάσιμη μόνο από τους χρήστες διαχείρισης του ψηφιακού επιστημονικού περιεχομένου της πλατφόρμας. Ένα δεύτερο CMS είναι υπεύθυνο για την αποθήκευση των εκπαιδευτικών προγραμμάτων που παρέχει η υπηρεσία, με σκοπό την εκπαίδευση των επισκεπτών του μουσείου σχετικά με την παλαιοντολογία.

B. Μηχανισμός Διαχείρισης Περιεχομένου (Content Creation Mechanism)

Ο μηχανισμός αυτός επιτρέπει τη δημιουργία των 360-περιηγήσεων, των παιχνιδιών και των εκπαιδευτικών προγραμμάτων. Οι διαχειριστές του περιεχομένου μπορούν να ανεβάζουν 360-λήψεις και να προσθέτουν σημεία αλληλεπίδρασης, όπως πληροφορίες για τα εκθέματα ή συνδέσμους παιχνιδιών, να δημιουργούν παιχνίδια που ενισχύουν τη μάθηση και την κατανόηση του χρήστη αλλά και εκπαιδευτικά προγράμματα τα οποία περιέχουν διαφάνειες με κείμενο αλλά και πολυμεσικό υλικό όπως εικόνες και video.

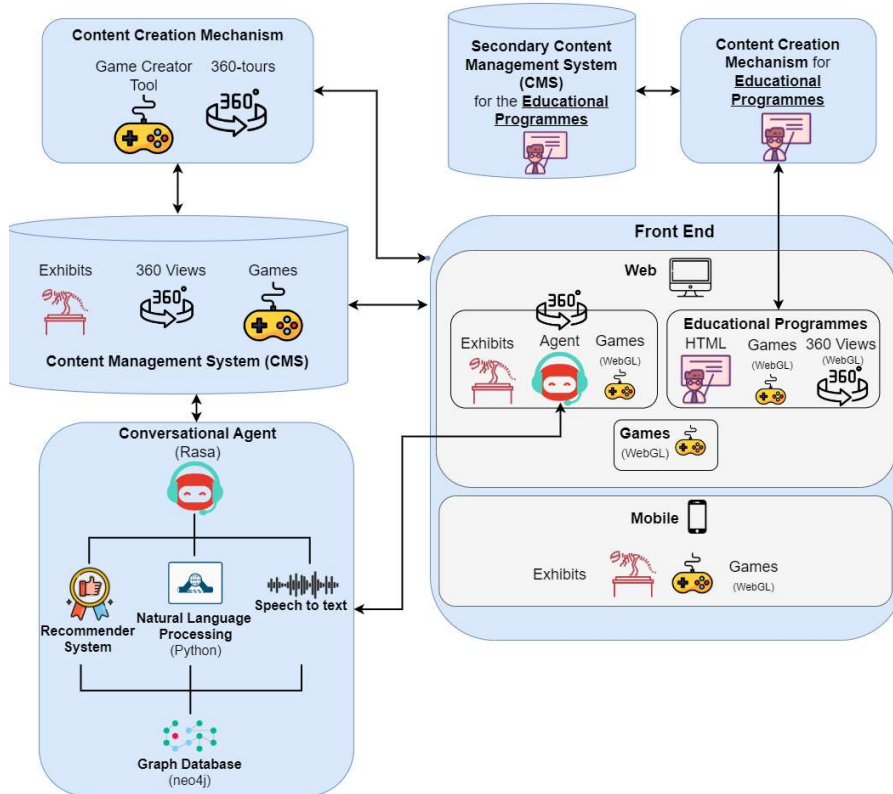
Γ. Εικονικός Πράκτορας Συζητήσεων (Conversational Agent)

Ο πράκτορας συζητήσεων εμπλουτίζει την εμπειρία του επισκέπτη, βοηθώντας τον να πλοηγηθεί στο εικονικό μουσείο μέσω ενός chatbot, το οποίο ενσωματώνεται στη 360-περιήγηση ως διεπαφή του πράκτορα με τον χρήστη. Ο επισκέπτης μπορεί να αλληλεπιδράσει με τον πράκτορα μέσω κουπιών, κειμένου αλλά και φωνής λόγω της ύπαρξης μηχανισμού μετατροπής ομιλίας σε κείμενο. Ο πράκτορας λαμβάνει την είσοδο του χρήστη, την επεξεργάζεται μέσω κατάλληλων μεθόδων επεξεργασίας φυσικής γλώσσας και με τη βοήθεια ενός γράφου γνώσης, ο οποίος είναι συστατικό μέρος της αρχιτεκτονικής του πράκτορα και αποθηκεύει και οργανώνει τα δεδομένα που σχετίζονται με τη λειτουργία του (παιχνίδια, εκθέματα, εκπαιδευτικά προγράμματα), παρέχει την κατάλληλη απάντηση στο αίτημα του χρήστη. Επιπλέον, ένα Σύστημα Συστάσεων προσφέρει προτάσεις εκθεμάτων στους χρήστες.

Δ. Διεπαφή Χρήστη (Front-end)

Μεσω της Διεπαφής Χρήστη, οι επισκέπτες του μουσείου αλληλεπιδρούν με την πλατφόρμα και αποκτούν πρόσβαση στις υπηρεσίες που προσφέρει το εικονικό μουσείο. Προσφέρεται δυνατότητα πρόσβασης τόσο μέσω ιστοσελίδας όσο και μέσω εφαρμογής για φορητές έξυπνες συσκευές. Η web έκδοση περιλαμβάνει δύο κύρια υποσυστήματα, ένα για εκπαιδευτικά προγράμματα και ένα για την 360-περιήγηση του μουσείου.

Εικόνα 2: Αρχιτεκτονική της πλατφόρμας e-ΠαλΜ

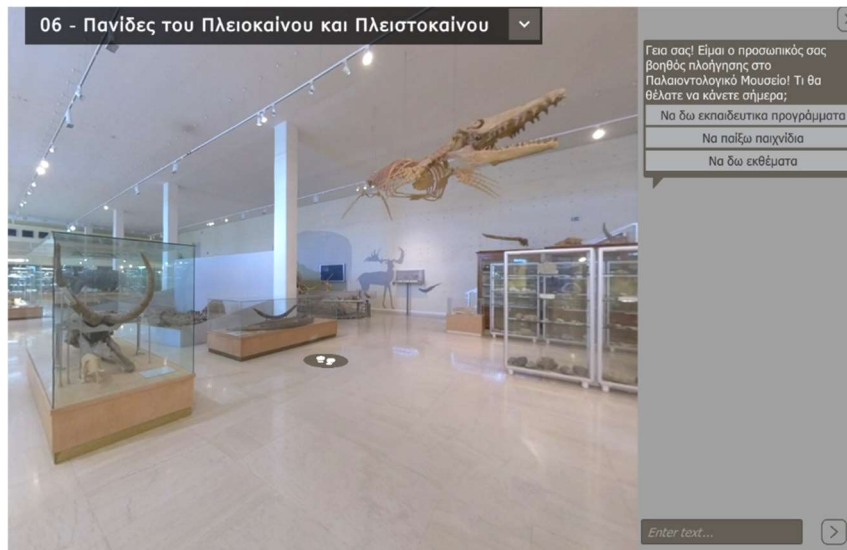


Πηγή: (Stavropoulou, 2023)

3.2 Ο πράκτορας συζήτησεων

Ο πράκτορας συζήτησης λειτουργεί ως βοηθός του επισκέπτη στην περιήγηση του στο εικονικό μουσείο, διευκολύνοντας τον στην εξερεύνηση των διαθέσιμων υπηρεσιών. Ο επισκέπτης μπορεί να αλληλεπιδράσει με τον πράκτορα είτε μέσω κειμένου, είτε μέσω κουμπιών που αντιστοιχούν στις διάφορες επιλογές που εμφανίζονται στην οθόνη, είτε και μέσω ομιλίας, τόσο στα ελληνικά όσο και στα αγγλικά. Συγκεκριμένα ο χρήστης μπορεί να ζητήσει να δει κάποιο εκπαιδευτικό πρόγραμμα σχετικό με κάποια από τις διαθέσιμες θεματικές κατηγορίες του μουσείου, να παίξει κάποιο παιχνίδι ανάλογα με την ηλικία του, να δει κάποιο έκθεμα είτε επιλέγοντάς το είτε ζητώντας το βάσει συγκεκριμένων χαρακτηριστικών του, είτε να ζητήσει πληροφορίες για κάποια θεματική κατηγορία. Συμπληρωματικά με αυτή τη λειτουργία, προτείνονται στο χρήστη και εκθέματα σχετικά με αυτά που έχει ήδη δει, μέσω της δημιουργίας συστήματος σύστασης εξατομικευμένου περιεχομένου. Η Εικόνα 3 παρουσιάζει το αρχικό μήνυμα που εμφανίζεται στην οθόνη του χρήστη, με σκοπό να τον ενημερώσει για τις βασικές λειτουργίες του πράκτορα.

Εικόνα 3: Παράθυρο εικονικού πράκτορα συζητήσεων



3.2.1 Επεξεργασία φυσικής γλώσσας

Για τη λειτουργία του πράκτορα συζητήσεων χρησιμοποιήθηκαν κατάλληλες μέθοδοι επεξεργασίας φυσικής γλώσσας με σκοπό ο πράκτορας να κατανοήσει και να επεξεργαστεί κατάλληλα το αίτημα του χρήστη στην περίπτωση που αυτό εκδηλωθεί μέσω κειμένου. Οι κυριότερες από αυτές είναι η ταξινόμηση προθέσεων (Intent Classification, IC), δηλαδή η συσχέτιση αιτημάτων του χρήστη με προκαθορισμένα σύνολα προθέσεων, και η αναγνώριση οντοτήτων (Named Entity Recognition, NER), δηλαδή η ταξινόμηση οντοτήτων που αναφέρονται μέσα στο μήνυμα του χρήστη σε προκαθορισμένες κατηγορίες. Ο πράκτορας ταξινομεί το μήνυμα του χρήστη στη σωστή πρόθεση που σχετίζεται με κάποια υπηρεσία του μουσείου, δηλαδή να δει κάποιο έκθεμα, να παίξει κάποιο παιχνίδι ή να δει κάποιο εκπαιδευτικό πρόγραμμα. Η εκπαίδευση του μοντέλου έγινε μέσω κατάλληλων παραδειγμάτων ετερογενών πιθανών προτάσεων χρήστη που αντιστοιχούν σε κάθε πρόθεση, εξασφαλίζοντας ωστόσο δυνατότητα γενίκευσης και σε νέες πιθανές προτάσεις.

Για την περίπτωση πιο πολύπλοκων εισόδων που ο χρήστης ζητά να δει κάποιο έκθεμα βάσει συγκεκριμένων χαρακτηριστικών του (είδος οργανισμού, μέρος σώματος του εκθέματος, οικοσύστημα του οργανισμού, παλαιοντολογική περίοδος, τοποθεσία εύρεσης του εκθέματος, διαίτα του οργανισμού), δημιουργήθηκε μοντέλο αναγνώρισης οντοτήτων, τόσο στα ελληνικά όσο και στα αγγλικά, το οποίο εκπαιδεύτηκε μέσω της δημιουργίας ενός συνθετικού συνόλου δεδομένων. Η ανάγκη δημιουργίας συνθετικών δεδομένων προέκυψε λόγω της μη επαρκούς απόδοσης προ-εκπαιδευμένων μοντέλων, πρόβλημα το οποίο είναι πιο έντονο στην περίπτωση της ελληνικής γλώσσας, αλλά και της μη ύπαρξης δεδομένων παλαιοντολογικού ενδιαφέροντος. Η εκπαίδευση των μοντέλων έγινε μέσω παραγωγής ετερογενών προτάσεων, συντακτικώς αλλά και γραμματικώς σωστών, και προσεκτικής ανάλυσης του τρόπου που οι χρήστες μπορούν να ζητήσουν να δουν ένα έκθεμα στην κάθε γλώσσα (ελληνικά ή αγγλικά), λαμβάνοντας υπόψιν τους αριθμούς (πληθυντικός, ενικός) και τις πτώσεις των λέξεων, αλλά και της δομής της πρότασης (με ποια σειρά είναι πιο πιθανό να τοποθετηθούν στην πρόταση τα ζητούμενα χαρακτηριστικά). Αντί να δοθούν ρητώς τα ονόματα των χαρακτηριστικών σε κάθε πρόταση του συνόλου, χρησιμοποιήθηκαν καταθέτες τιμών (placeholders) και λίστες πιθανών τιμών τους (στη σωστή πτώση και αριθμό) ώστε να δημιουργηθούν “καλούπια” προτάσεων. Επίσης καταθέτες τιμών χρησιμοποιήθηκαν και για το κομμάτι της πρότασης που εκδηλώνει την πρόθεση του χρήστη (π.χ., %s1 %s2 %s3 από %s4 -> [Θα ήθελα να δω](s1) [ένα οστό](s2) [ελέφαντα](s3) από [τη Μεγαλόπολη](s4), [Μήπως μπορείς να μου δείξεις](s1) [ένα κρανίο](s2) [αρκούδας](s3) από [το

Πικέρμι],(s4), κ.τλ.). Με αυτό τον τρόπο τα δεδομένα που παρήχθησαν χαρακτηρίζονταν από μεγάλη ετερογένεια, καθιστώντας το μοντέλο ικανό να γενικεύσει και σε νέα πιθανά αιτήματα χρηστών για εκθέματα. Τα χαρακτηριστικά των προτάσεων επισημάνθηκαν ως οντότητες του αντίστοιχου είδους και αξιοποιήθηκαν ως δεδομένα εκπαίδευσης του μοντέλου.

Αφού τελικά η πρόθεση και οι οντότητες του μηνύματος του χρήστη αναλύονται από τις παραπάνω τεχνικές, εξάγονται τα αντίστοιχα αντικείμενα ενδιαφέροντος από το γράφο γνώσης και ο πράκτορας παράγει την κατάλληλη απάντηση, η οποία εμφανίζεται στην οθόνη του χρήστη.

3.2.2 Σύστημα συστάσεων

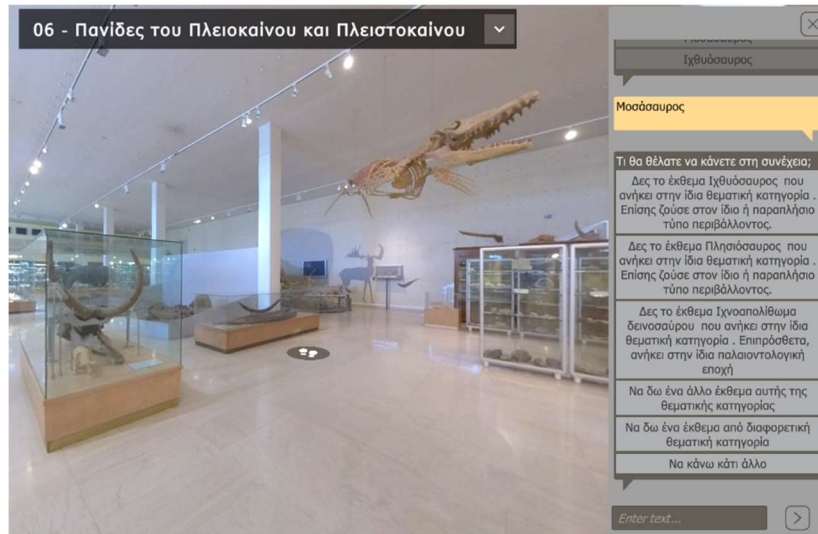
.Με στόχο την διατήρηση του ενδιαφέροντος των χρηστών που συνομιλούν με τον πράκτορα συζήτησης, δημιουργήθηκε κατάλληλο Σύστημα Συστάσεων. Οι χρήστες όταν επιλέξουν ένα έκθεμα μέσω του πράκτορα, μεταφέρονται στο σχετικό σημείο του μουσείου και στην οθόνη τους εμφανίζονται οι πληροφορίες για το συγκεκριμένο έκθεμα. Στην συνέχεια, στο παράθυρο του chatbot, τους εμφανίζονται συστάσεις για άλλα σχετικά εκθέματα με τα οποία μπορούν να συνεχίσουν την περιήγησή τους. Με στόχο την κατανόηση από τον χρήστη της συνάφειας των προτεινόμενων εκθεμάτων παράγονται, με αυτόματο τρόπο, σύντομες φράσεις που παραθέτουν τα κοινά στοιχεία των εκθεμάτων που προτείνονται με αυτό που είδε ο χρήστης. Παράδειγμα των συστάσεων δίνεται παρακάτω στην Εικόνα 4.

Το σύστημα συστάσεων λειτουργεί συνδυάζοντας δυο μεθόδους συστάσεων. Η πρώτη είναι η σύσταση με βάση το περιεχόμενο. Η λογική των μεθόδων που στηρίζονται σε μια τέτοια μέθοδο είναι η σύσταση αντικειμένων παρόμοιων με αυτό που εξετάζεται. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να υπολογιστεί η ομοιότητα δυο αντικειμένων. Στην δική μας περίπτωση, η ομοιότητα υπολογίζεται βάση της απόστασης των εκθεμάτων αφού η βάση Γράφος έχει ενσωματωθεί (embedded) σε γεωμετρικό χώρο κατάλληλης διάστασης. Θεωρούμε ότι παρόμοια εκθέματα (δηλαδή, εκθέματα με αρκετά κοινά στοιχεία) έχουν τοποθετηθεί σε κοντινή απόσταση στον γεωμετρικό χώρο. Για κάθε έκθεμα αναζητούνται τα 5 πλησιέστερα εκθέματα. Το κάθε έκθεμα λαμβάνει σκορ αντιστρόφως ανάλογο της θέσης του. Δηλαδή, το πιο κοντινό 5, το αμέσως επόμενο 4 κ.ο.κ.

Το δεύτερο σύστημα που χρησιμοποιείται είναι το λεγόμενο συνεργατικό φιλτράρισμα (collaborative filtering). Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή, η δραστηριότητα των υπόλοιπων χρηστών μιας πλατφόρμας/υπηρεσίας αποτελεί παράγοντα για την σύσταση αντικειμένων. Πιο συγκεκριμένα, στην δική μας περίπτωση, αφού ένας χρήστης δει τουλάχιστον 3 εκθέματα μέσω του πράκτορα συζήτησης, τότε η δραστηριότητά του συγκρίνεται με αυτή προηγούμενων διαδικτυακών επισκεπτών. Από αυτούς εντοπίζονται οι πλέον παρόμοιοι μέσω της ομοιότητας συνημίτονου (cosine similarity). Στην συνέχεια εντοπίζονται τα 5 πιο δημοφιλή εκθέματα. Αντίστοιχα με την σύσταση με βάση το περιεχόμενο, έτσι και εδώ, το πλέον δημοφιλές βαθμολογείται με 5, το επόμενο με 4 κ.ο.κ.

Στο κάθε ένα από τα παραπάνω συστήματα δίνεται διαφορετική βαρύτητα και τελικά τα 3 εκθέματα που έχουν το υψηλότερο σκορ και η σύσταση τους μπορεί να εξηγηθεί προτείνονται στον χρήστη. Σε περίπτωση που δεν είναι εφικτό να προταθούν 3 εκθέματα, προτείνεται ο μέγιστος δυνατός αριθμός.

Εικόνα 4: Παράδειγμα συστάσεων από τον Πράκτορα συζητήσεων, αφού ο χρήστης είδε πληροφορίες για το έκθεμα "Μοσάσαυρος"



4. Δομή Ερωτηματολογίου

Στοχεύοντας στην αποτελεσματική και έγκυρη αξιολόγηση της πλατφόρμας δημιουργήθηκε μία έρευνα σε μορφή ερωτηματολογίου με τη βοήθεια του εργαλείου google forms. Σε αυτήν κλήθηκαν να συμμετέχουν 22 ερωτηθέντες διαδικτυακοί επισκέπτες της πλατφόρμας. Σκοπός της έρευνας ήταν η καταγραφή του βαθμού ικανοποίησης των χρηστών από τις υπηρεσίες που παρέχονται στην πλατφόρμα e-ΠαλΜ για εικονικές ξεναγήσεις στο Μουσείο Παλαιοντολογίας. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από αυτή αναδεικνύουν τα προτερήματα της πλατφόρμας, καθώς και σημεία που χρήζουν βελτίωσης ή επέκτασης.

Η έρευνα οργανώνεται σε δύο διακριτές ενότητες με επιμέρους ερωτήσεις σε κάθε ενότητα. Οι ερωτήσεις είναι δύο ειδών, είτε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου είτε ερωτήσεις κλίμακας αξιολόγησης. Οι ερωτήσεις ανοιχτού τύπου δίνουν τη δυνατότητα στους συμμετέχοντες να δώσουν μία εκτενή ανατροφοδότηση σε μορφή μακροσκελούς κειμένου, για τυχόν σχόλια ή παρατηρήσεις που έχουν όσον αφορά την εμπειρία τους από τη χρήση της πλατφόρμας e-ΠαλΜ και τις υπηρεσίες που αυτή προσφέρει. Οι ερωτήσεις κλίμακας αξιολόγησης καλούν τους χρήστες να αξιολογήσουν διάφορες πλευρές της πλατφόρμας σε μία likert κλίμακα από 1 έως 5, όπου το 1 αντιστοιχεί στην απάντηση «Λίγο» ενώ το 5 αντιστοιχεί στην απάντηση «Πολύ».

Η πρώτη ενότητα, μέσω 3 ερωτήσεων βαθμολόγησης και μίας ανοιχτής ερώτησης, εστιάζει στην αξιολόγηση της ευχρηστίας της πλοήγησης που προσφέρει η λειτουργικότητα 360 της πλατφόρμας καθώς και της πληρότητας, της ποιότητας και της συνάφειας του περιεχομένου αυτής. Επιπλέον διερευνεί την πιθανότητα προσωπικής σύστασης αυτής σε τρίτους από τους χρήστες.

Η δεύτερη ενότητα, μέσω 6 ερωτήσεων βαθμολόγησης και μίας ανοιχτής ερώτησης, αξιολογεί την ευχρηστία, το χρόνο απόκρισης και την αποτελεσματικότητα του εικονικού πράκτορα συζητήσεων να παρέχει συναφείς, πλήρεις και σαφείς απαντήσεις αλλά και να αναγνωρίζει σωστά την πρόθεση και το αντικείμενο ενδιαφέροντος των αιτημάτων των χρηστών. Επιπλέον, αξιολογεί το πόσο σχετικές είναι οι προτάσεις που παρέχει το σύστημα συστάσεων του πράκτορα.

5. Αποτελέσματα έρευνας

Πίνακας 1: Αποτελέσματα Ερωτηματολογίου

Ερωτήσεις	Βαθμολογία				
	1	2	3	4	5
1η Ενότητα					
Πόσο φιλική θεωρείτε τη διεπαφή του περιβάλλοντος 360;	0%	4,5%	22,7%	31,8%	40,9%
Πόσο ικανοποιημένοι μείνατε από το διαθέσιμο περιεχόμενο;	0%	4,5%	4,5%	63,6%	27,3%
Πόσο πιθανό είναι να προτείνετε σε άλλους να επισκεφθούν την εφαρμογή;	0%	4,5%	18,2%	36,4%	40,9%
2η Ενότητα					
Πόσο εύκολη/φιλική βρήκατε την εφαρμογή του Εικονικού Πράκτορα;	0%	0%	4,5%	40,9%	54,5%
Μείνατε ικανοποιημένοι από την ταχύτητα ανταπόκρισης του chatbot;	0%	0%	4,5%	18,2%	77,3%
Αν επικοινωνήσατε με τον Πράκτορα πληκτρολογώντας κείμενο, σε τι βαθμό θεωρείτε ότι ανταποκρίθηκε στις εισόδους σας;	0%	0%	22,7%	54,5%	22,7%
Πόσο επιτυχημένες/σχετικές θεωρείτε τις συστάσεις για εκθέματα που λάβατε;	0%	0%	4,5%	31,8%	63,6%
Σε τι βαθμό μείνατε ικανοποιημένοι από την πληροφορία που μπορείτε να πάρετε μέσω της αλληλεπίδρασής σας με το chatbot;	0%	0%	18,2%	36,4%	45,5%
Βαθμολογείτε τη συνολική εμπειρία σας από την επικοινωνία σας με το chatbot	0%	0%	9,1%	50%	40,9%

Στον Πίνακα 1 παρατίθενται τα αποτελέσματα της έρευνας για κάθε ερώτηση. Το 72.7% των συμμετεχόντων αξιολόγησε τη διεπαφή του περιβάλλοντος 360 ως καλή (4) ή εξαιρετική (5) στην κλίμακα Likert. Η πλειονότητα, περίπου 40.9%, έδωσε τη υψηλότερη βαθμολογία του 5, υποδηλώνοντας μια ισχυρή εκτίμηση για τη φιλικότητα προς τον χρήστη. Από τις απαντήσεις των ερωτηθέντων στην ανοιχτού τύπου ερώτηση σημειώθηκαν τρεις καίριες παρατηρήσεις προς μελλοντική βελτίωση. Πρώτον πως η περιήγηση θα μπορούσε να περιλαμβάνει μια εποπτική εικόνα του συνολικού χώρου και αυτός να είναι προσβάσιμος προς όλες τις κατευθύνσεις και από όλα τα σημεία. Δεύτερον πως θα ήταν επιθυμητή γρηγορότερη ταχύτητα φόρτωσης της εφαρμογής. Τέλος διατυπώθηκε μία πρόταση για εμφάνιση μίας σύντομης περιγραφής της λειτουργίας κάθε κουμπιού της διεπαφής όταν ο κέρσορας του διαδικτυακού επισκέπτη περνά πάνω από αυτό, προς βελτίωση της εμπειρίας χρήστη.

Όσον αφορά την ικανοποίηση των συμμετεχόντων με το διαθέσιμο περιεχόμενο, συμπεριλαμβανομένων φωτογραφιών, ήχου και τρισδιάστατων οπτικών στοιχείων στην πλατφόρμα, ένα σημαντικό ποσοστό, περίπου 90.9% των ανταποκρινομένων, εξέφρασε υψηλή ικανοποίηση επιλέγοντας βαθμολογίες 4 ή 5 στην κλίμακα Likert. Μάλιστα 27.3% επέλεξαν το μέγιστο σκορ 5. Από τα σχόλια διαφάνηκαν περιθώρια βελτίωσης στη διαδραστικότητα του περιεχομένου και στη δυνατότητα παύσης των ηχητικών αποσπασμάτων.

Το 77.3% των συμμετεχόντων, εξέφρασε μια έντονη προθυμία να προτείνει την πλατφόρμα σε άλλα άτομα. Μάλιστα το 40.9% βαθμολόγησε αυτή την προοπτική με το μέγιστο σκορ 5, υπογραμμίζοντας την δυνατότητα της πλατφόρμας να προσελκύει νέους επισκέπτες και χρήστες.

Ένα ποσοστό 95.4%, έδωσε βαθμολογίες 4 ή 5 σχετικά με την ευχρηστία του chatbot. Μάλιστα, ένα εντυπωσιακό 54.5% έδωσε το υψηλότερο σκορ, ίσο με 5, υπογραμμίζοντας τη δυνατότητά του πράκτορα να ενισχύσει τις διαδραστικές επικοινωνίες με τους χρήστες και να συμβάλει θετικά στη συνολική εμπειρία χρήστη. Ως περιθώρια βελτίωσης και επέκτασης αναφέρθηκαν στα σχόλια η ενσωμάτωση της δυνατότητας αντιγραφής και επικόλλησης στη γραμμή αναζήτησης του πράκτορα, η προσθήκη κάποιου κουμπιού για ολική εκκαθάριση του ιστορικού συνομιλίας με το chatbot και επιπλέον επιλογές επικοινωνίας με αυτό πέραν της εισαγωγής κειμένου.

Όσον αφορά τον χρόνο απόκρισης του εικονικού πράκτορα συζητήσεων ένα συντριπτικά πλειοψηφικό ποσοστό ερωτηθέντων, περίπου 95.5%, τον αξιολόγησε με βαθμούς 4 ή 5. Συγκεκριμένα ένα εντυπωσιακό 77.3% απέδωσε το υψηλότερο σκορ του 5 αναδεικνύοντας την ιδιαίτερα ικανοποιητική ταχύτητα απόκρισης του chatbot.

Σχετικά με την αποτελεσματικότητα του chatbot να απαντάει σε εισόδους κειμένου, τα αποτελέσματα της αντίστοιχης έκτης ερώτησης αποκαλύπτουν μια ιδιαίτερος θετική αντίληψη. Ένα σημαντικό ποσοστό, περίπου 77.2%, αξιολόγησε με βαθμό 4 ή 5, υποδηλώνοντας έναν υψηλό βαθμό ικανοποίησης για την ικανότητα του chatbot να ανταποκρίνεται επαρκώς στο κείμενο που εισάγουν οι χρήστες. Ο μοναδικός περιορισμός του πράκτορα, που ανέδειξαν οι παρατηρήσεις των συμμετεχόντων, ήταν πως ενώ αυτός ανταποκρίνεται βέλτιστα σε απλές ερωτήσεις και αιτήματα, μοιάζει να δυσκολεύεται όταν αυτά γίνονται πιο λεπτομερή και πολύπλοκα.

Το ζήτημα της συνάφειας και τη σχετικότητας των προτεινόμενων εκθεμάτων από το σύστημα συστάσεων αξιολογήθηκε από ένα πολύ μεγάλο ποσοστό των ερωτηθέντων, περίπου 95.4%, με βαθμό 4 ή 5, υποδεικνύοντας υψηλό βαθμό ικανοποίησης από τη δυνατότητα του συστήματος να παρέχει προτάσεις εκθεμάτων που θεωρούνται στοχευμένες και σχετικές.

Η ικανοποίηση των χρηστών από τις πληροφορίες που αποκτούν μέσω της αλληλεπίδρασης τους με το chatbot αξιολογήθηκε στην όγδοη ερώτηση, στην οποία το 81.9% των ανταποκρινομένων απάντησαν με βαθμολογίες 4 ή 5, υποδηλώνοντας ένα υψηλό επίπεδο ικανοποίησης από τη δυνατότητα του chatbot να παρέχει σχετικό, πλήρες και ενημερωτικό περιεχόμενο. Μία από τις χρήσιμες προτάσεις των συμμετεχόντων προς βελτίωση είναι η παροχή μίας σύντομης περιγραφής των εκθεμάτων που επιστρέφονται από τον πράκτορα ως αποτελέσματα σε κάθε αναζήτηση. Αυτές θα εξυπηρετούσαν τον επισκέπτη στην επιλογή ενός εκ των προτεινόμενων εκθεμάτων, ώστε εν συνεχεία να οδηγηθεί στην αντίστοιχη αναλυτική παρουσίαση αυτού.

Τέλος, σχετικά με τη συνολική εμπειρία των χρηστών κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης και επικοινωνίας με το chatbot ένα σημαντικό πλειοψηφικό ποσοστό, που ανέρχεται στο 90.9% των ανταποκρινομένων, απέδωσε βαθμολογίες 4 ή 5, υποδεικνύοντας ένα σημαντικό βαθμό ικανοποίησης. Ειδικότερα, το 40.9% απέδωσε τον υψηλότερο βαθμό 5.

6. Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκε η πλατφόρμα e-ΠαλΜ και αναπτύχθηκαν συνοπτικά οι παρεχόμενες υπηρεσίες με έμφαση στον πράκτορα συζήτησης που αναπτύχθηκε για να βοηθάει τους διαδικτυακούς επισκέπτες του μουσείου κατά την περιήγησή τους. Με σκοπό την ανάδειξη των δυνατών σημείων της πλατφόρμας αλλά και την λήψη ανατροφοδότησης για την περαιτέρω

βελτίωση και επέκταση των προσφερόμενων υπηρεσιών, σχεδιάστηκε ερωτηματολόγιο το οποίο συμπληρώθηκε από 22 άτομα που κλήθηκαν να περιηγηθούν στην εφαρμογή. Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι στην πλειοψηφία τους, οι χρήστες έμειναν ικανοποιημένοι από το επίπεδο των εφαρμογών. Τα εποικοδομητικά τους σχόλια θα αποτελέσουν οδηγό για την μελλοντική ανάπτυξη της πλατφόρμας.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση

- Chiara, G. and Ilardi, E. (2014), "The "Non-Places" meet the "Places:" Virtual tours on smartphones for the enhancement of cultural heritage." *Journal of Urban Technology* 21.1 p. 79-91.
- Jia, L., Nie, J. and Ye, J. (2022), "Evaluation of virtual tour in an online museum: Exhibition of Architecture of the Forbidden City." *PloS one* 17.1
- Konstantakis, M., Trichopoulos, G., Aliprantis, J., Michalakis, K., Caridakis, G., Thanou, A., Zafeiropoulos, A., Sklavounou, S., Psarras, C., Papavassiliou, S. and Koskeridou, E. (2023), An Enhanced Methodology for Creating Digital Twins within a Paleontological Museum Using Photogrammetry and Laser Scanning Techniques. *Heritage*; 6(9):5967-5980. <https://doi.org/10.3390/heritage6090314>
- Machidon, O. M., Tavčar, A., Gams, M. and Duguleană, M. (2020), CulturalERICA: A conversational agent improving the exploration of European cultural heritage. *Journal of Cultural Heritage*, 41, 152-165.
- Malraux, A. (1965), "Le musée imaginaire."
- Sperlí, G. (2020, March). A deep learning based chatbot for cultural heritage. In Proceedings of the 35th Annual ACM Symposium on Applied Computing (pp. 935-937).
- Stavropoulou, G., Tsitseklis, K., Thanou, A., Fotopoulou, E., Zafeiropoulos, A., Kotsopoulos, K., Papastamatiou, N., Orfanidou, V. and Papavassiliou, S. (2023), "Novel Museum Digitalization Framework: The Use Case of Athens Museum of Paleontology and Geology", in 2023 14th International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA), Volos, Greece, pp. 1-7
- Tsitseklis, K., Stavropoulou, G., Zafeiropoulos, A., Thanou, A., and Papavassiliou, S. (2023), "Recbot: Virtual Museum navigation through a chatbot assistant and personalized recommendations," in Adjunct Proceedings of the 31st ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization, ser. UMAP '23 Adjunct. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, p. 388–396. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/3563359.3596661>

Διαδικτυακές πηγές

NEMO: https://www.ne-mo.org/fileadmin/Dateien/public/NEMO_documents/NEMO_COVID19_Report_12.05.2020.pdf

Travel and Leisure: <https://www.travelandleisure.com/attractions/museums-galleries/museums-with-virtual-tours>

Η παρούσα έρευνα έχει συγχρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση και από εθνικούς πόρους μέσω του Περιφερειακού Επιχειρησιακού Προγράμματος «ΑΤΤΙΚΗ 2014-2020» του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς (ΕΣΠΑ) - Ερευνητικό Χρηματοδοτούμενο Έργο: Προηγμένες Υπηρεσίες Περιήγησης και Εκπαίδευσης στο Εικονικό Παλαιοντολογικό και Γεωλογικό Μουσείο (ΑΤΤΡ4-0342153)