



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
UNIVERSITY OF WEST ATTICA

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΈΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ

“Διερεύνηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη Συντήρηση”

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μισαηλίδου Αθανασία

A.M. – 52017018

Επιβλέπων Καθηγητής: Μακρής Χ. Δημήτριος

Αθήνα

Οκτώβριος 2024



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
UNIVERSITY OF WEST ATTICA

UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF APPLIED ARTS AND CULTURE
DEPARTMENT OF CONSERVATION OF ANTIQUITIES AND WORKS OF ART

“Exploring Artificial Intelligence in Conservation”

THESIS

Mishailidou Athanasia

Student ID – 52017018

Supervisor: Makris Ch. Dimitrios

Athens

October 2024



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
UNIVERSITY OF WEST ATTICA

ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΈΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ

Κατεύθυνση : Συντήρηση Αρχαιολογικών και Ιστορικών Τεκμηρίων

“Διερεύνηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη Συντήρηση”

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

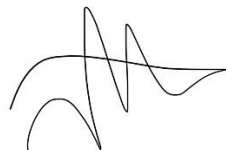
ΟΝΟΜΑ/ΕΠΩΝΥΜΟ	ΙΔΙΟΤΗΤΑ/ΒΑΘΜΙΔΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
Μακρής Χ. Δημήτριος	Αναπληρωτής καθηγητής (Επιβλέπων)	
Κόκλα Βασιλική	Επίκουρη καθηγήτρια	
Μπαρδής Γεώργιος	Επίκουρος καθηγητής	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Μισαηλίδου Αθανασία του Βίκτωρ, με αριθμό μητρώου 52017018, του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Εφαρμοσμένων Τεχνών και Πολιτισμού του Τμήματος Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης δηλώνω υπεύθυνα ότι: «Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα,

Μισαηλίδου Αθανασία



Ευχαριστίες:

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή Μακρή Δημήτριο για την πολύτιμη βοήθεια του και την καθοδήγηση του ως υπεύθυνο καθηγητή αυτής της πτυχιακής, αλλά και τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, την κυρία Κόκλα Βασιλική και τον κύριο Μπαρδή Γεώργιο. Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον σύζυγο μου και την κόρη μου που ήταν η κινητήριος δύναμη μου. Τους γονείς μου που με στήριξαν στις αποφάσεις μου, την υπόλοιπη οικογένεια μου για την βοήθεια που μου παρείχε καθημερινά έτσι ώστε να καταφέρω να ολοκληρώσω με επιτυχία την πτυχιακή μου. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την συμφοιτήτρια μου Βαρβάρα Μαραζιώτη αλλά και την φίλη μου Εύα Ευθυμιάδη για τις γνώσεις που μοιράστηκαν μαζί μου.

Περίληψη

Σκοπός της πτυχιακής είναι να εστιάσει στα καίρια ζητήματα και προβλήματα που υπάρχουν στο επάγγελμα ενός συντηρητή αρχαιοτήτων και έργων τέχνης, να εμβαθύνει στην εξέλιξη και στα χαρακτηριστικά που διαθέτει η Τεχνητή Νοημοσύνη, και πώς με την βοήθεια αυτής ο συντηρητής μπορεί να φτάσει στο επιθυμητό αποτέλεσμα, να εμπλουτίσει τις γνώσεις του και τις μεθόδους συντήρησης.

Γίνεται μελέτη των εφαρμογών και των προκλήσεων των τεχνολογιών της τεχνητής νοημοσύνης στους τομείς της συντήρησης και της ανάδειξης του πολιτισμικού αποθέματος/κληρονομιάς. Ο κύριος στόχος είναι να βοηθηθούν οι συντηρητές στην καλύτερη κατανόηση του αντικειμένου τους, στην εξοικείωσή τους με αυτό, και τις καλύτερες λύσεις. Οι τεχνολογίες της Τεχνητής Νοημοσύνης έχουν τη δυνατότητα να συνεισφέρουν σημαντικά στη διαδικασία τεκμηρίωσης, συντήρησης και ανάδειξης του αντικειμένου.

Θα εξεταστούν οι τρέχουσες προκλήσεις που υπάρχουν στον τομέα της πολιτιστικής κληρονομιάς μέσω των τεχνολογιών Τεχνητής Νοημοσύνης που ήδη χρησιμοποιούνται ή που μπορούν να αναπτυχθούν τα επόμενα χρόνια. Θα επιχειρηθεί η διερεύνηση του βαθμού στον οποίο οι τεχνολογίες της Τεχνητής Νοημοσύνης θα επηρεάσουν τους τρόπους, τις μεθοδολογίες και τις πρακτικές προσέγγισης των πολιτισμικών τεκμηρίων στο άμεσο μέλλον.

Η παρούσα πτυχιακή επικεντρώνεται στη σημαντική εξέλιξη της Τ.Ν. και πως αυτή μπορεί να προσφέρει την βοήθεια της στην πολιτιστική κληρονομιά. Καθορίζονται οι αρμοδιότητες στη συντήρηση και η έννοια της Τ.Ν., που αφορά την ανάπτυξη συστημάτων ικανά να μιμούνται ανθρώπινες γνωστικές λειτουργίες, με έμφαση στην ηθική και την αποφυγή διακρίσεων. Στη συνέχεια, αναλύεται η εφαρμογή της Τ.Ν. στη συντήρηση πολιτιστικών μνημείων, με προγνωστικά μοντέλα που προστατεύουν την άυλη κληρονομιά και ψηφιοποιούν αρχεία. Αξιολογούνται οι καινοτόμες εφαρμογές της, όπως η ανακατασκευή ψηφιδωτών, η αποκατάσταση πινάκων και η ανίχνευση πλαστογραφίας, συμβάλλοντας στη βελτίωση των μουσείων. Τέλος, αναδεικνύονται τα άλυτα προβλήματα της Τ.Ν., όπως η ηθική και η προστασία προσωπικών δεδομένων, η ανάγκη σωστής αναζήτησης πληροφοριών και οι προκλήσεις που προκύπτουν από εξωτερικούς παράγοντες, τονίζοντας τη σημασία των μουσείων στην προώθηση της Τ.Ν. στον πολιτισμό.

Ο αναγνώστης, έχοντας ολοκληρώσει την ανάγνωση της πτυχιακής αυτής εργασίας, θα οδηγηθεί στο συμπέρασμα ότι ο συντηρητής μπορεί να διασφαλίσει την όσο το δυνατόν καλύτερη διατήρηση των έργων τέχνης, συνδυάζοντας παραδοσιακές τεχνικές και γνώσεις με σύγχρονα εργαλεία και μέσα. Η χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης ενισχύει τις διαδικασίες συντήρησης, προσφέροντας νέες λειτουργίες και δυνατότητες. Οι τεχνολογικές εξελίξεις διευκολύνουν το έργο του, βελτιώνοντας την συντήρηση, αποθήκευση, καταγραφή και ανάδειξη των αντικειμένων, με στόχο την έμπνευση μελλοντικών γενεών.

Λέξεις Κλειδιά: Συντήρηση, Τεχνητή Νοημοσύνη, Πολιτιστική Κληρονομιά, Αποκατάσταση, Ηθική.

Abstract

The purpose of this thesis is to focus on the key issues and challenges present in the profession of a conservator of antiquities and works of art, to delve into the development and characteristics of Artificial Intelligence (AI), and to explore how, with its assistance, the conservator can achieve the desired outcome, enhance their knowledge, and improve conservation methods.

A study is conducted on the applications and challenges of artificial intelligence technologies in the fields of conservation and the enhancement of cultural heritage. The main goal is to assist conservators in better understanding their subject, becoming more familiar with it, and finding better solutions. Artificial Intelligence technologies have the potential to significantly contribute to the processes of documentation, conservation, and prominence of cultural objects.

The current challenges in the field of cultural heritage will be examined through the lens of AI technologies that are already in use or that may be developed in the coming years. An attempt will be made to investigate the extent to which AI technologies will influence the methods and practices used in approaching cultural heritage artifacts in the near future.

This thesis focuses on the significant evolution of AI and how it can contribute to cultural heritage. It defines the responsibilities in preservation and the concept of AI, which involves the development of systems capable of mimicking human cognitive functions, with an emphasis on ethics and the avoidance of discrimination. It analyzes the application of it in the preservation of cultural monuments, utilizing predictive models that protect intangible heritage and digitize records. Innovative applications are evaluated, such as the reconstruction of mosaics, the restoration of paintings, and the detection of forgery, contributing to the improvement of museums. Finally, the unresolved issues of AI are highlighted, including ethics and personal data protection, the need for accurate information retrieval, and challenges arising from external factors, emphasizing the importance of museums in promoting AI within culture.

The reader, having completed the reading of this thesis, will conclude that the conservator can ensure the best possible preservation of artworks by combining traditional techniques and knowledge with modern tools and means. The use of AI enhances conservation processes, offering new functions and capabilities. Technological advancements facilitate the conservator's work, improving the preservation, storage, documentation, and prominence of the objects, with the aim of inspiring future generations.

Key Words: Conservation, Artificial Intelligence, Cultural Heritage, Restoration, Ethics

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη	6
Abstract	7
Κεφάλαιο 1. Συντήρηση Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης - Ορισμός και Αρμοδιότητες.....	10
1.1 Ορισμός Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης.	10
1.2 Αρμοδιότητες του Τμήματος Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης	11
Κεφάλαιο 2. Τι είναι AI - Τεχνητή Νοημοσύνη.....	12
2.1 Ορισμός Τεχνητής Νοημοσύνης	12
2.2 Ηθικές Αξίες στην Τεχνητή Νοημοσύνη - Βασικές Αξίες και Αρχές.....	13
2.3 Τομείς Έρευνας στην Τεχνητή Νοημοσύνη.....	14
2.3.1 Σύστημα Ειδικών Γνώσεων.....	14
2.3.2 Μηχανική Μάθηση.....	15
2.3.3 Ρομποτική.....	15
2.3.5 Αναγνώριση Προτύπων.....	16
2.3.6 Βαθιά Μάθηση (Deep Learning).....	16
2.3.9 Generative Adversarial Network (GAN).....	17
Κεφάλαιο 3. Τρόποι Αντιμετώπισης Προβλημάτων για την Συντήρηση και την Ανάδειξη των Αντικειμένων.....	18
3.1 Η εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στην πολιτιστική κληρονομιά	18
3.1.1 Η Τεχνητή Νοημοσύνη και η χρήση προγνωστικών μοντέλων για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς	18
3.1.2 Διατήρηση της Άυλης Πολιτιστικής Κληρονομιάς.....	18
3.1.3 Προκλήσεις στην εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στην διατήρηση της Πολιτιστικής Κληρονομιάς.....	19
3.1.4 Η Ψηφιοποίηση Αρχείων για την Διατήρηση των Δεδομένων της Πολιτιστικής Κληρονομιάς	19
3.1.4 Η Χρήση των Μεταδεδομένων στην Συντήρηση Αρχαιοτήτων	20
3.2 Πνευματικά Δικαιώματα στους Τομείς της Τεχνητής Νοημοσύνης.....	21
4. Μελέτη Εφαρμογών της Τεχνητής Νοημοσύνης.....	22

4.1. Διερεύνηση της Τηλεπισκόπησης στην Συντήρηση Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης	22
4.2 Καινοτόμες Εφαρμογές και Προοπτικές	22
4.3 Εφαρμογή της Μηχανικής Μάθησης και της Βαθιάς Μάθησης	23
σε Αρχαιολογικούς Χώρους	23
στην Συντήρηση.....	24
4.5 Εφαρμογές στην Ανακατασκευή και Ανάπτυξη Ψηφιδωτών Εικονικών Αναπαραστάσεων.....	24
4.6 Εφαρμογές στην Ολοκλήρωση Πίνακα με Μελάνι	26
4.9 Εφαρμογές σε Πολιτιστικούς Αρχαιολογικούς Χώρους (Petra, Siq).....	35
4.10 Εφαρμογές της Εικονικής Πραγματικότητας στην Αποκατάσταση Αρχαίων Κεραμικών.....	38
4.11 Εφαρμογές στην Ανίχνευση Πλαστογραφίας Έργων Τέχνης	39
4.12 Εφαρμογές στα Μουσεία - Εξελίξεις και Προοπτικές για τη Βελτίωση της Επισκεψιμότητας και τη Διαχείριση των Συλλογών.....	40
4.13 Το έργο ArchAIDE	45
4.13.1 Εύρεση Κεραμικών Μέσω της Πλατφόρμας ArchAIDE.....	46
4.13.2. Αναγνώριση και Ταξινόμηση Κεραμικών μέσω Deep Learning, μέσω της Πλατφόρμας ArchAIDE.....	47
4.14 Η Χρήση του ChatGPT-3.5 στο Remote Sensing για την Αρχαιολογική Έρευνα.	50
4.15 Περίληψη Άρθρου μέσω του Co – Pilot GPT-4.....	54
5. Προβλήματα που δεν έχουν αντιμετωπιστεί και προτάσεις για βελτίωση.....	55
5.1 Ηθική και Προστασία Προσωπικών Δεδομένων.....	55
5.2 Η Αναζήτηση Σωστών Εντολών και Λέξεων Κλειδιών για τη Δημιουργία Επιθυμητών Αποτελεσμάτων	56
5.3 Προκλήσεις που προκύπτουν από εξωτερικούς παράγοντες	56
5.4 Ο Ρόλος των μουσείων στην προώθηση της τεχνητής νοημοσύνης - Προκλήσεις και δυνατότητες για τον πολιτισμό και την κοινωνία.	57
Συμπεράσματα.....	58
Βιβλιογραφία	59

Κεφάλαιο 1. Συντήρηση Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης - Ορισμός και Αρμοδιότητες

1.1 Ορισμός Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης.

Για να κατανοήσουμε καλύτερα την έννοια του όρου "συντήρηση και αποκατάσταση αρχαιοτήτων και έργων τέχνης", απαιτείται μια βαθιά κατανόηση του σκοπού αυτών των δραστηριοτήτων και των συγκεκριμένων περιστάσεων που οδηγούν στη διατήρηση των έργων τέχνης. Η αναπόφευκτη φθορά των αρχαιοτήτων, είτε λόγω της παρόδου του χρόνου είτε λόγω περιβαλλοντικών παραγόντων, έχει δημιουργήσει μια επιστήμη αφιερωμένη στη διαφύλαξη της πολιτιστικής κληρονομιάς και στη μετάδοσή της στις μελλοντικές γενιές σε αυθεντική και ανθεκτική κατάσταση (Gavrilakis, 2023).

Στη διάρκεια της ιστορίας, οι προσπάθειες της ανθρωπότητας να διασώσει έργα τέχνης έχουν υπογραμμίσει την ανάγκη για έναν "ηθικό κώδικα διατήρησης". Η ανάγκη για την εμφάνιση ιδιωτικών συλλογών τέχνης από τον 17ο αιώνα έχει ενισχυθεί περαιτέρω. Κατά τους αιώνες, αυτός ο ηθικός κώδικας έχει εξελιχθεί παράλληλα με τις απόψεις, ιδεολογίες και πρακτικές των συντηρητών και των καλλιτεχνών από κάθε εποχή, καταλήγοντας στην επίσημη ίδρυση του επαγγέλματος του συντηρητή τον 18ο αιώνα. Στη σύγχρονη εποχή, αυτή η "τέχνη" έχει εξελιχθεί σε μια επιστημονική περιοχή που επιδιώκει να αποκαταστήσει και να διατηρήσει κάθε ελαττωματικό ή τροποποιημένο έργο τέχνης στην αρχική του κατάσταση, εξασφαλίζοντας την αντοχή και τη διατήρησή του με την πάροδο του χρόνου (Gavrilakis, 2023).

Συνεπώς, η συντήρηση και η αποκατάσταση περιλαμβάνουν μια προσεκτική επιστημονική έρευνα με εξειδικευμένες μεθόδους, προσφέροντας ολοκληρωμένη φροντίδα με στόχο την επαναφορά ενός έργου τέχνης στην αρχική του μορφή, ενώ παράλληλα εξασφαλίζεται η διατήρησή του. Ο ρόλος των συντηρητών δεν περιορίζεται μόνο στη διόρθωση ζημιών, αλλαγών και αλλοιώσεων που προκαλεί ο χρόνος, οι φυσικοί παράγοντες, οι συνθήκες αποθήκευσης ή ο ανθρώπινος παρεμβατισμός. Επεκτείνεται σε προληπτικά μέτρα για την αποτροπή ή επιβράδυνση μελλοντικής φθοράς. Οι παρεμβάσεις στη συντήρηση μπορούν να χωριστούν σε αυτές που αφορούν κυρίως τη διατήρηση της αυθεντικότητας του έργου τέχνης και σε εκείνες που επικεντρώνονται αποκλειστικά στην αισθητική αποκατάσταση. Η πρώτη περιλαμβάνει τη διάσωση και διατήρηση του έργου και της δομικής του ακεραιότητας, όπως προαναφέρθηκε, ενώ η δεύτερη προσπαθεί αποκλειστικά να ενισχύσει την αισθητική πλευρά του αντικειμένου. Η συντήρηση και η αποκατάσταση είναι αλληλένδετες, πολλές φορές λανθασμένα χωρισμένες ως ξεχωριστές οντότητες. Αυτή η διαιρετική αντίληψη παραβλέπει την ουσιώδη συνεργασία μεταξύ τους, όπου ο συνδυασμός επιστημονικής κατανόησης και καλλιτεχνικής αισθητικής αποτελεί το θεμέλιο της συμβιωτικής τους σχέσης (Gavrilakis, 2023). Με τη διατήρηση του έργου τέχνης, οι συντηρητές γεφυρώνουν το χάσμα που υπάρχει μεταξύ των εποχών, μεταφέροντας την ουσία του παρελθόντος στο μέλλον. Η διατήρηση κάθε έργου τέχνης αποτελεί σημαντική προσπάθεια για τη διαρκή αναγνώρισή του (Gavrilakis, 2023).

1.2 Αρμοδιότητες του Τμήματος Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης

Βάση του Υπουργείου Πολιτισμού, το τμήμα Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης είναι αρμόδιο για

- Τη συντήρηση των πάσης φύσεως αρχαιοτήτων και την εκπόνηση των σχετικών μελετών συντήρησης και αισθητικής αποκατάστασης τους.
- Την υποστήριξη μονίμων και περιοδικών εκθέσεων, τη συντήρηση, αποκατάσταση και αισθητική παρουσίαση των μνημείων και πολιτιστικών αγαθών

1.3 Πολιτιστική Κληρονομιά βάση της UNESCO

Η πολιτιστική κληρονομιά, όπως ορίζεται από την UNESCO, αποτελείται από φυσικά αντικείμενα και άυλα χαρακτηριστικά ενός τόπου ή μιας κοινωνίας, τα οποία περνούν από γενιά σε γενιά, διατηρούνται στο παρόν και παραδίδονται για το καλό των μελλοντικών γενεών. Ο όρος αυτός ορίζεται επίσης από το Άρθρο 1 της Συνθήκης του 1972 για την Παγκόσμια Πολιτιστική και Φυσική Κληρονομιά (UNESCO), η οποία θεωρεί ως "πολιτιστική κληρονομιά" τα ακόλουθα είδη φυσικών και άυλων χαρακτηριστικών:

- Μνημεία: Αρχιτεκτονικά έργα, έργα μνημειακής γλυπτικής και ζωγραφικής, στοιχεία αρχαιολογικής φύσεως, επιγραφές, σπήλαια και συνδυασμοί χαρακτηριστικών που ξεχωρίζουν για την παγκόσμια αξία τους στην ιστορία, την τέχνη ή την επιστήμη.
- Ομάδες κτιρίων: Ομάδες ξεχωριστών ή συνδεδεμένων κτιρίων που, λόγω της αρχιτεκτονικής τους, της ομοιογένειάς τους ή της θέσης τους στο τοπίο, έχουν εξαιρετική παγκόσμια αξία από την άποψη της ιστορίας, της τέχνης ή της επιστήμης.
- Αρχαιολογικοί χώροι: Έργα του ανθρώπου ή συνδυασμένα έργα φύσης και ανθρώπου, καθώς και τόποι που ξεχωρίζουν για την παγκόσμια αξία τους από ιστορική, αισθητική, εθνολογική ή ανθρωπολογική άποψη.
- Άυλη πολιτιστική κληρονομιά: Αυτή η έννοια περιλαμβάνει παραδόσεις και εκφράσεις που αναπτύχθηκαν από αμέτρητες ομάδες και κοινότητες παγκοσμίως και κληρονομήθηκαν από τους προγόνους τους, μεταδίδοντας τις στις επόμενες γενιές, συνήθως με τον προφορικό λόγο. Τα τελευταία χρόνια, η προστασία αυτής της μη υλικής κληρονομιάς έχει γίνει μία από τις κύριες προτεραιότητες στο πλαίσιο της διεθνούς συνεργασίας, εν μέρει λόγω του ολοένα και πιο σημαντικού ρόλου της UNESCO, βάσει της Σύμβασης για τη Διασφάλιση της Άυλης Πολιτιστικής Κληρονομιάς (UNESCO).

Επιπλέον, περιλαμβάνονται γεωλογικοί και φυσιογραφικοί σχηματισμοί, όπως και συγκεκριμένες περιοχές που αποτελούν τον βιότοπο διάφορων ειδών ζώων και φυτών που κινδυνεύουν με εξαφάνιση και έχουν εξαιρετική παγκόσμια αξία από την άποψη της επιστήμης ή της διατήρησης του φυσικού περιβάλλοντος. Η σύμβαση συμπεριλαμβάνει επίσης φυσικές τοποθεσίες ή καθορισμένες φυσικές περιοχές που ξεχωρίζουν για την παγκόσμια αξία τους από την άποψη της επιστήμης, της διατήρησης ή της φυσικής ομορφιάς (Giannini, Makri, 2023).

Με την Πρόταση του 1980 για τη Διαφύλαξη και Προστασία των Κινούμενων Εικόνων, η UNESCO αναγνωρίζει την οπτικοακουστική κληρονομιά ως μέρος της Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Έτσι, οι Κινούμενες Εικόνες προστίθενται δυναμικά στο προστατευτικό δίκτυο της Παγκόσμιας Κληρονομιάς. (Giannini, Makri, 2023)

Συνολικά, λαμβάνοντας υπόψη τις ένοπλες συγκρούσεις που απειλούν τη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς, που προστατεύεται από τη Σύμβαση της Χάγης για την Προστασία των Πολιτιστικών Αγαθών και τα δύο πρωτόκολλα της από το 1954, η UNESCO κατέταξε την πολιτιστική κληρονομιά σε διάφορες κατηγορίες:

- Υλική κληρονομιά: Περιλαμβάνει κινητά αγαθά όπως γλυπτά, ζωγραφιές, νομίσματα και χειρόγραφα, ακίνητα μνημεία, αρχαιολογικούς χώρους και ενάλια αντικείμενα.
- Άυλη κληρονομιά: Περιλαμβάνει παραδόσεις, καλές τέχνες και τελετουργίες.
- Φυσική κληρονομιά: Αφορά πολιτιστικά τοπία, γεωλογικούς, βιολογικούς και φυσικούς χώρους.
- Πολιτιστική κληρονομιά που απειλείται από καταστροφή και λεηλασία από ένοπλες συγκρούσεις. (Giannini, Makri, 2023)

Κεφάλαιο 2. Τι είναι ΑΙ - Τεχνητή Νοημοσύνη

2.1 Ορισμός Τεχνητής Νοημοσύνης

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (Τ.Ν.) αντιπροσωπεύει έναν επιστημονικό τομέα που επιδιώκει να αναπαράγει νοητικές συμπεριφορές, παρόμοιες με αυτές των ανθρώπων, χρησιμοποιώντας υπολογιστές. Συμπεριλαμβάνει την εκπαίδευση των υπολογιστών για τη μίμηση ανθρώπινων

δράσεων, όπως η μάθηση, η λήψη αποφάσεων και η νοητική κρίση. Ουσιαστικά, η Τεχνητή Νοημοσύνη είναι το αποτέλεσμα της γνώσης που αποκτά και αναλύει, ώστε να αφομοιώσει και να αντιγράψει ανθρώπινες δραστηριότητες. Συνδυάζει διάφορες επιστήμες, όπως η επιστήμη των υπολογιστών, η λογική, η βιολογία, η ψυχολογία και η φιλοσοφία, επιτυγχάνοντας σημαντικές εφαρμογές όπως η αναγνώριση φωνής και εικόνας, η επεξεργασία φυσικής γλώσσας, η απόδειξη θεωρημάτων και τα έξυπνα ρομπότ.

Η Τ.Ν. αποτελεί ένα καίριο κίνητρο για την κοινωνική ανάπτυξη, επανασχεδιάζοντας την αποδοτικότητα της εργασίας, μειώνοντας τις δαπάνες, βελτιστοποιώντας τις δομές των ανθρώπινων πόρων και δημιουργώντας νέες επαγγελματικές ευκαιρίες. Ο πυρήνας της τεχνητής νοημοσύνης έγκειται στη δυνατότητα των υπολογιστών να εκτελούν εργασίες που στο παρελθόν ήταν αποκλειστική δραστηριότητα των ανθρώπων. Τα τελευταία χρόνια, η Τ.Ν. έχει εξελιχθεί ταχύτατα, αλλάζοντας τον τρόπο ζωής των ανθρώπων. Η ανάπτυξή της έχει καταστεί σημαντική στην παγκόσμια στρατηγική των χωρών, ενισχύοντας την εθνική ανταγωνιστικότητα και την αίσθηση ασφάλειας για πολλές χώρες. Πολλά κράτη έχουν ενισχύσει τις προσπάθειες στην ανάπτυξη βασικών τεχνολογιών και την απόκτηση ταλέντων με σκοπό να ηγηθούν στον διεθνή ανταγωνισμό. Επιπλέον, η Τ.Ν. έχει αναδειχθεί ως ένας κυρίαρχος τομέας έρευνας και ανάπτυξης, με μεγάλες εταιρείες όπως η Google, η Microsoft και η IBM να επικεντρώνουν πόρους και να εφαρμόζουν την τεχνητή νοημοσύνη σε ποικίλους τομείς και υπηρεσίες (Zhang, Lu, 2021).

2.2 Ηθικές Αξίες στην Τεχνητή Νοημοσύνη - Βασικές Αξίες και Αρχές

Με την παγκόσμια εξάπλωση νέων τεχνολογιών, δεδομένων και μεθόδων μηχανικής μάθησης, η UNESCO εξέδωσε πρόσφατα οδηγίες για τα ηθικά πρότυπα στη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης. Αυτές οι οδηγίες προσφέρουν μια προοπτική για το μέλλον στη χρήση των συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης.

Η σημασία αυτών των οδηγιών έγκειται στη διασφάλιση ότι η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιείται για καλό σκοπό και με ειρηνικό τρόπο. Επιπλέον, στοχεύουν στη δημιουργία ενός παγκοσμίως αποδεκτού πλαισίου για τη χρήση της, περιλαμβάνοντας παράγοντες όπως η περιβαλλοντική προστασία και προωθώντας την κοινή ευθύνη των εμπλεκομένων. Στόχος τους είναι να δημιουργήσουν ένα κοινό πλαίσιο αξιών και αρχών που θα καθοδηγήσει τους νομοθέτες στο σχηματισμό πολιτικών και νομικών πλαισίων σχετικά με την τεχνητή νοημοσύνη. Ταυτόχρονα, επιδιώκουν να παρέχουν καθοδήγηση σε μεμονωμένα άτομα και ομάδες, ώστε να ενσωματωθεί η ηθική διάσταση στην τεχνητή νοημοσύνη, στις εφαρμογές και στους τομείς τους.

Στο πλαίσιο αυτό, η διεθνής κοινότητα προσπαθεί να θέσει κοινώς αποδεκτές αξίες και αρχές - που έχουν ήδη εφαρμοστεί και υλοποιηθεί σε διάφορους άλλους τομείς - για την ανάπτυξη και χρήση των συστημάτων και των εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης. Τέτοιες αξίες περιλαμβάνουν:

- Τον σεβασμό και την προστασία των ανθρωπίνων δικαιωμάτων και ελευθεριών, καθώς και την ανθρώπινη αξιοπρέπεια.
- Την προστασία και διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος και του ευρύτερου οικοσυστήματος.
- Τη βιωσιμότητα.
- Την προστασία της ιδιωτικής ζωής και των προσωπικών δεδομένων.
- Την ανθρώπινη επίβλεψη.
- Την ευθύνη για τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης.
- Την ευαισθητοποίηση και την παιδεία του κοινού.
- Την προσαρμοστική διακυβέρνηση και συνεργασία.

Επιπλέον, ταυτόχρονα με την ανάπτυξη των αρχών της UNESCO, η Ευρωπαϊκή Ένωση προχώρησε στην έκδοση κατευθυντήριων οδηγιών που αφορούν την αξιόπιστη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης, με γνώμονα τον σεβασμό προς τα θεμελιώδη δικαιώματα. Στο πλαίσιο αυτό, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προέβη πρώτα στη δημοσίευση του ορισμού της τεχνητής νοημοσύνης, η οποία περιγράφεται ως εξής:

“Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης (T.N.) είναι δημιουργήματα που σχεδιάστηκαν από ανθρώπους και λειτουργούν είτε στο φυσικό είτε στο ψηφιακό περιβάλλον, προκειμένου να εκτελέσουν πολύπλοκους στόχους. Αυτά τα συστήματα αντιλαμβάνονται το περιβάλλον τους μέσω της συλλογής δεδομένων, τα οποία ερμηνεύουν, ανεξαρτήτως της δομής τους, επεξεργάζονται τη γνώση που αποκομίζουν, έτσι ώστε να κάνουν τις καλύτερες δυνατές ενέργειες προς επίτευξη του εν λόγω στόχου. Αυτά τα συστήματα μπορεί είτε να βασίζονται σε συμβολικούς κανόνες, είτε να εκπαιδεύονται μέσω αριθμητικών μοντέλων. Έτσι, έχουν τη δυνατότητα να προσαρμόζουν τη συμπεριφορά τους ανάλογα με την αντίδραση του περιβάλλοντος στις προηγούμενες ενέργειές τους και να τις αξιοποιούν μελλοντικά.”

2.3 Τομείς Έρευνας στην Τεχνητή Νοημοσύνη

2.3.1 Σύστημα Ειδικών Γνώσεων

Το Σύστημα Ειδικών Γνώσεων είναι ένα σύστημα βασισμένο στη γνώση ειδικών στον τομέα τους, που χρησιμοποιείται ευρέως σε κλάδους όπως η ιατρική διάγνωση και η γεωλογική έρευνα. Αυτό το πρόγραμμα αξιοποιεί την εξειδικευμένη γνώση των εμπειρογνομόνων για την αντιμετώπιση πολύπλοκων προβλημάτων στον εκάστοτε τομέα τους. Με βάση αυτές τις

γνώσεις, χρησιμοποιεί μεθοδολογία και συλλογισμό προκειμένου να αναλύσει μεγάλου όγκου πληροφορίες, οι οποίες θα απαιτούσαν εξειδικευμένη γνώση για την επεξεργασία τους. Η εφαρμογή του σε εκπαιδευτικό περιβάλλον αναπτύσσει μια ανεξάρτητη λύση, χωρίς περιορισμούς χρόνου, χώρου ή συναισθηματικών επιδράσεων (Zhang, Lu, 2021).

2.3.2 Μηχανική Μάθηση

Για να προστεθεί γνώση σε υπολογιστή, αυτή πρέπει να εκφραστεί όσο το δυνατόν πιο κατανοητά, ώστε ο υπολογιστής να αποκτήσει τη δυνατότητα εκμάθησης και βελτίωσης των γνώσεων του με την πάροδο του χρόνου. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται μηχανική μάθηση. Η μελέτη αυτής της διαδικασίας βασίζεται στην ερευνητική προσπάθεια να κατανοηθεί ο μηχανισμός εκμάθησης του ανθρώπινου εγκεφάλου, καθώς και στην ανάπτυξη μεθόδων μηχανικής εκμάθησης για συγκεκριμένες εργασίες. Η έρευνα σε αυτόν τον τομέα εκτελείται βασισμένη σε διάφορες επιστήμες, όπως η επιστήμη των πληροφοριών, η εγκεφαλική επιστήμη, η νευροψυχολογία, η λογική και η ασαφής μαθηματική λογική. Η εμφάνιση της βαθιάς μάθησης προέρχεται από τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα που προσομοιάζουν νευρώνες και συμπεριλαμβάνει διάφορους αλγορίθμους όπως το perception neural network (PNN), back propagation (BP), το self-organizing network (SON), το self-organizing map (SOM), και το learning vector quantization (LVQ) (Zhang, Lu, 2021).

2.3.3 Ρομποτική

Τα ρομπότ, δηλαδή οι μηχανές που μιμούνται την ανθρώπινη συμπεριφορά, έχουν βιώσει τρεις γενιές εξέλιξης. Η πρώτη γενιά περιλαμβάνει τον προγραμματισμένο έλεγχο, όπου οι σχεδιαστές προγραμματίζουν τα ρομπότ να εκτελούν εργασίες. Τα προσαρμοστικά ρομπότ, η δεύτερη γενιά, είναι εξοπλισμένα με αισθητήρες που επιτρέπουν τη συλλογή πληροφοριών για το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται. Τα έξυπνα ρομπότ, η τρίτη γενιά, διαθέτουν ευφυΐα παρόμοια με αυτήν των ανθρώπων και προηγμένες αισθητήριες ικανότητες, επιτρέποντάς τους να αναλύουν πληροφορίες, να προσαρμόζονται σε αλλαγές στο περιβάλλον και να εκτελούν πολύπλοκες εργασίες (Zhang, Lu, 2021).

2.3.4 Έξυπνο Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων

Το σύστημα υποστήριξης αποφάσεων έχει μεγάλη επιτυχία σαν εφαρμογή από τη δεκαετία του '80, και ανήκει στον τομέα της επιστήμης της διοίκησης. Με την εφαρμογή του συστήματος ειδικών γνώσεων, επεκτείνει τις δυνατότητές του στην επίλυση προβλημάτων και μετατρέπει έτσι ένα έξυπνο σύστημα υποστήριξης αποφάσεων (Zhang, Lu, 2021).

2.3.5 Αναγνώριση Προτύπων

Η μελέτη για τη δημιουργία των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων με αντιληπτικές ικανότητες εστιάζεται στην αναγνώριση προτύπων. Αυτή περιλαμβάνει την αναγνώριση οπτικών και ακουστικών προτύπων, όπως αντικειμένων, ήχων, εικόνων και γραμματοσειρών. Πρόσφατες εξελίξεις περιλαμβάνουν την ταχεία ανάπτυξη και χρήση ασαφών μαθηματικών μοντέλων και τεχνητών δικτύων, οι οποίες αντικαθιστούν σταδιακά τα παραδοσιακά μοντέλα και μεθόδους αναγνώρισης προτύπων (Zhang, Lu, 2021).

2.3.6 Βαθιά Μάθηση (Deep Learning)

Αυτή είναι μια παραλλαγή της προηγούμενης μηχανικής μάθησης που εξειδικεύεται στην αντιμετώπιση προβλημάτων με υψηλό βαθμό δυσκολίας. Τα αποτελέσματα της εκπαίδευσης ενός αλγορίθμου μηχανικής μάθησης περιλαμβάνουν τη δημιουργία ενός προγνωστικού "μοντέλου", το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παρέχει επιπλέον μεταδεδομένα από συγκεκριμένο κομμάτι περιεχομένου. Επιπλέον, τα "μοντέλα δεδομένων" που χρησιμοποιούνται στην πολιτιστική κληρονομιά είναι μηχανισμοί που βοηθούν τα ιδρύματα να οργανώνουν μεταδεδομένα για σχετικά θέματα. Ο όρος "μοντέλο της T.N." αναφέρεται σε έναν αλγόριθμο που έχει εκπαιδευτεί να εκτελεί μια συγκεκριμένη εργασία (Giannini, Makri, 2023).

2.3.7 Νευρωνικά Δίκτυα (Neural Networks)

Τα νευρωνικά δίκτυα αποτελούν έναν τρόπο μηχανικής εκμάθησης, όπου ένας υπολογιστής μαθαίνει να εκτελεί μια εργασία μελετώντας πολλά και διαφορετικά παραδείγματα εκπαίδευσης, τα οποία συνήθως έχουν δημιουργηθεί προηγουμένως χειροκίνητα. Για παράδειγμα, ένα σύστημα αναγνώρισης αντικειμένων μπορεί να εξετάζει χιλιάδες εικόνες που απεικονίζουν αυτοκίνητα, σπίτια, κούπες καφέ κ.λπ., αναζητώντας οπτικά πρότυπα που συνδέονται με αυτά τα συγκεκριμένα αντικείμενα. Με βάση και έμπνευση από τον ανθρώπινο εγκέφαλο, ένα νευρωνικό δίκτυο αποτελείται από χιλιάδες ή ακόμα και εκατομμύρια κόμβους επεξεργασίας, οι οποίοι είναι πυκνά διασυνδεδεμένοι. Συνήθως, τα νευρωνικά δίκτυα οργανώνονται σε επίπεδα κόμβων και έχουν τη δυνατότητα να εκτελούν "feed-forward" διαδικασίες, δηλαδή τα δεδομένα κινούνται μόνο προς μία κατεύθυνση. Κάθε κόμβος λαμβάνει δεδομένα από το επίπεδο που βρίσκεται κάτω από αυτόν και στέλνει δεδομένα στο επίπεδο που βρίσκεται από πάνω του (Hardesty, 2017).

2.3.8 Stable Diffusion

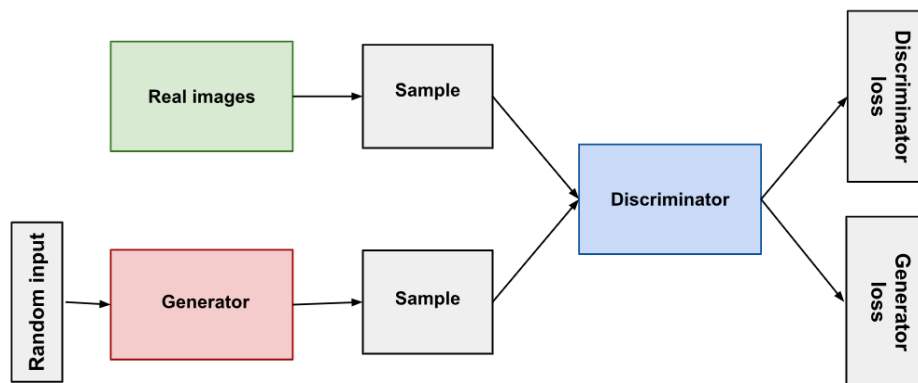
Το Stable Diffusion είναι ένα μοντέλο τεχνητής νοημοσύνης, το οποίο μετατρέπει το κείμενο σε εικόνα, μπορεί δηλαδή να δημιουργήσει φωτο-ρεαλιστικές εικόνες βάσει οποιουδήποτε κειμένου, ενθαρρύνοντας τη δημιουργική αυτονομία για τη δημιουργία εντυπωσιακών εικόνων. Δίνει την δυνατότητα σε εκατομμύρια ανθρώπους να μπορούν να δημιουργήσουν

μοναδικά έργα τέχνης μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα, χρησιμοποιώντας μόνο την φαντασία τους. Το μοντέλο ανήκει στο ευρύτερο πλαίσιο της ανάπτυξης της τεχνητής νοημοσύνης.

2.3.9 Generative Adversarial Network (GAN)

Το GAN είναι ένα είδος τεχνητής νοημοσύνης που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία νέων δεδομένων, τα οποία μοιάζουν πολύ με τα υπάρχοντα δεδομένα. Αποτελείται από δύο βασικά μέρη: τον Generator και τον Discriminator. Ο Generator δημιουργεί νέα δεδομένα, τα οποία έχουν ως βάση μια πηγή αρχείων και δεδομένων που αποκτήθηκαν κατά την εκπαίδευσή του, με στόχο να δημιουργήσει ένα πολύ ρεαλιστικό αποτέλεσμα δεδομένων που δεν μπορεί να ανιχνευθεί από τον Discriminator. Ο Discriminator λαμβάνει συνεχώς πραγματικά και ψεύτικα δεδομένα από τον Generator και προσπαθεί να αναγνωρίσει τις διαφορές μεταξύ τους. Στόχος του είναι να καταλάβει τι είναι πραγματικό δεδομένο και τι όχι. Καθώς ο Generator βελτιώνεται μέσω της εκπαίδευσής του, ο Discriminator δυσκολεύεται στο να καταλάβει ποια δεδομένα είναι αληθινά και ποια ψεύτικα.

Αν ο Generator επιτύχει να δημιουργήσει ένα εξαιρετικό δεδομένο, τότε ο Discriminator έχει μόνο 50% πιθανότητες να ανιχνεύσει αν το δεδομένο είναι πραγματικό ή ψεύτικο. Αυτό, ωστόσο, οδηγεί σε μία κατάσταση αδιέξοδου στο GAN, καθώς η ανατροφοδότηση που παρέχει ο Discriminator σταματά σιγά-σιγά να έχει αποτελέσματα. Αν το GAN συνεχίσει την εκπαίδευσή του πέρα από το σημείο που μπορεί ο Discriminator να ανιχνεύσει τα δεδομένα, τότε ο Generator αρχίζει να λαμβάνει άχρηστα δεδομένα, επάνω στα οποία εκπαιδεύεται, και η ποιότητα των δεδομένων που παράγει αρχίζει να υποβαθμίζεται (Google Developers).



Εικόνα 2-1. Διαδικασία λειτουργίας του συστήματος GAN
Πηγή: https://developers.google.com/machine-learning/gan/gan_structure

Κεφάλαιο 3. Τρόποι Αντιμετώπισης Προβλημάτων για την Συντήρηση και την Ανάδειξη των Αντικειμένων

3.1 Η εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στην πολιτιστική κληρονομιά

3.1.1 Η Τεχνητή Νοημοσύνη και η χρήση προγνωστικών μοντέλων για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς

Η ανάπτυξη του πλαισίου ρύθμισης για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς αναδεικνύει τη σημασία της διατήρησής της για τις σημερινές και μελλοντικές γενιές, καθώς και του πολιτισμού τους. Παράλληλα, ο κόσμος βρίσκεται σε μια μεγάλη ψηφιακή μετάβαση, κατά τη διάρκεια της οποίας τα μέσα κοινωνικής ενημέρωσης μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς και στην ανάπτυξη τρόπων προστασίας της. Με αυτή την έννοια, σημαντικοί φορείς από τον τομέα της προηγμένης τεχνολογίας έχουν διεξάγει έρευνες και εργασίες σχετικά με τις εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στην πολιτιστική κληρονομιά (Giannini, Makri, 2023). Η Τεχνητή Νοημοσύνη αποτελεί πηγή πλούσιων δεδομένων που μπορούν να εμπλουτίσουν τις συλλογές αντικειμένων της πολιτιστικής κληρονομιάς, είτε διευκολύνοντας την έρευνα είτε επιτρέποντας στα ιδρύματα να συνεργαστούν με άλλους φορείς. Σήμερα, ένα μεγάλο μέρος της πολιτιστικής κληρονομιάς έχει ψηφιοποιηθεί και περιλαμβάνει διάφορα δεδομένα, επομένως η ποιότητα αυτών των δεδομένων είναι κρίσιμη. Αντί να επιλεγούν τυχαία 100,000 ζωγραφικές εικόνες από το διαδίκτυο και να εκπαιδευτεί ένα σύστημα να αναγνωρίζει την "τέχνη αξίας", μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε πίνακες μουσείων που ήδη έχουν σημασία και μπορούν να παρέχουν συμβουλές και καθοδήγηση, έτσι ώστε η έρευνα να γίνει ακόμα πιο ακριβής. Παρόμοιες εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης επεκτείνονται σε πολλούς τομείς της πολιτιστικής κληρονομιάς γενικότερα (Giannini, Makri, 2023).

3.1.2 Διατήρηση της Άυλης Πολιτιστικής Κληρονομιάς

Στον τομέα της πολιτιστικής κληρονομιάς, υπάρχουν ήδη πολλές εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης που υποστηρίζουν τη διατήρηση σημαντικών στοιχείων, τόσο της υλικής όσο και της άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς. Επιπλέον, η τεχνητή νοημοσύνη συμβάλλει στη διατήρηση άλλων μορφών πολιτιστικής κληρονομιάς, όπως οι σπάνιες ομιλούμενες γλώσσες. Υπολογίζεται ότι μια γλώσσα εξαφανίζεται κάθε δύο εβδομάδες με το θάνατο του τελευταίου ομιλητή της. Η τεχνολογία μπορεί πλέον να χρησιμοποιηθεί για τη διατήρηση και αναβίωση αυτών των απειλούμενων γλωσσών. Ένα παράδειγμα είναι η συμβολή της τεχνητής νοημοσύνης στη διατήρηση της γλώσσας Te Reo Maori στη Νέα Ζηλανδία, όπου ειδικοί συνεργάστηκαν με τη Microsoft για την ενσωμάτωσή της στην καθημερινή χρήση του λόγου, προσφέροντάς τη σε μια νέα γενιά ομιλητών (Giannini, Makri, 2023).

Η συνεργασία της τεχνολογίας και της τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να διαμορφώσει το μέλλον του ιστορικού παρελθόντος, προσφέροντας όλα τα απαραίτητα εργαλεία για τη

διατήρηση της κληρονομιάς του παγκόσμιου πολιτισμού. Μέσω της χρήσης προηγμένων τεχνολογιών όπως τα drones, οι εκτυπωτές 3D, οι εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας και η ευρύτερη ψηφιοποίηση, οι σημερινές και μελλοντικές γενιές μπορούν να έχουν πρόσβαση σε λεπτομερείς ερμηνείες αρχαίων γλωσσών και εκτενείς αποκαταστάσεις αρχαίων κειμένων (μέσω της χρήσης βαθιάς μάθησης), καθώς και πιο ακριβείς αναγνώρισης αρχαιοτήτων. Επιπλέον, άλλη σημαντική συνεισφορά της τεχνολογίας εντοπίζεται στον τομέα της ανίχνευσης εγκλημάτων κατά της τέχνης και στην ανίχνευση ψεύτικων έργων τέχνης μέσω εξειδικευμένων αλγορίθμων (Giannini, Makri, 2023).

3.1.3 Προκλήσεις στην εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στην διατήρηση της Πολιτιστικής Κληρονομιάς

Η εισβολή της Τεχνητής Νοημοσύνης στον τομέα της προστασίας της Πολιτιστικής Κληρονομιάς αντιμετωπίζει δύο σημαντικές προκλήσεις. Η πρώτη αφορά την ανάπτυξη εφαρμογών που θα εξασφαλίσουν τη συμπερίληψη των στοιχείων της Πολιτιστικής Κληρονομιάς που δεν έχουν συμπεριληφθεί μέχρι σήμερα. Η δεύτερη πρόκληση αφορά τη δημιουργία αξιόπιστων εφαρμογών, προκειμένου να διασφαλιστεί η αποτελεσματική πρόσβαση σε κάθε πολιτιστικό αγαθό. Βασικός στόχος είναι η δημιουργία αξιόπιστων εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης που να συμμορφώνονται με τα ηθικά πλαίσια που ορίζουν τις δυνατότητές τους. Η Πολιτιστική Κληρονομιά αποτελεί αναφορά για κάθε ατομική ιστορία, επομένως η παραβίαση αυτών των πλαισίων σημαίνει την αναγκαστική διαγραφή της ιστορίας της ανθρώπινης φυλής (Giannini, Makri, 2023).

3.1.4 Η Ψηφιοποίηση Αρχείων για την Διατήρηση των Δεδομένων της Πολιτιστικής Κληρονομιάς

Τον Νοέμβριο του 2021, η Επιτροπή δημοσίευσε σύσταση για έναν κοινό ευρωπαϊκό χώρο δεδομένων για την πολιτιστική κληρονομιά στο πλαίσιο του προγράμματος για την Ψηφιακή Δεκαετία, όπως συζητήθηκε στην ημερίδα "Ψηφιακή δεκαετία της Ευρώπης: στόχοι έως το 2030". Το έγγραφο προτρέπει τα κράτη μέλη να δημιουργήσουν πλαίσια υποστήριξης για την ψηφιοποίηση αρχείων, επαναχρησιμοποίηση και ψηφιακή διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς, με στόχο την ανάκαμψη και την εξέλιξη του κλάδου, αλλά και την ανάπτυξη άλλων κλάδων όπως ο τουρισμός, η έρευνα, και άλλοι πολιτιστικοί και δημιουργικοί τομείς. Η ανάπτυξη προηγμένων ψηφιακών τεχνολογιών, όπως το 3D, η τεχνητή νοημοσύνη, οι τεχνολογίες δεδομένων, και η εικονική πραγματικότητα, έχουν φέρει μοναδικές ευκαιρίες για την ψηφιοποίηση, τη διαδικτυακή πρόσβαση και την ψηφιακή διατήρηση. Το έγγραφο θέτει στόχους για την τρισδιάστατη ψηφιοποίηση μνημείων και τοποθεσιών πολιτιστικής κληρονομιάς, καθώς και για την απόκτηση ψηφιακών δεξιοτήτων από επαγγελματίες του κλάδου και για την εφαρμογή των διατάξεων πνευματικής ιδιοκτησίας της ΕΕ (Pasikowska-Schnass, Lim, 2023).

Χάρη στο περιεχόμενο υψηλής ποιότητας και στην αποτελεσματική, αξιόπιστη και εύκολη πρόσβαση στα ψηφιακά περιεχόμενα της ευρωπαϊκής πολιτιστικής κληρονομιάς, η τεχνητή νοημοσύνη θα πρέπει να προωθήσει την επαναχρησιμοποίηση περιεχομένου και να ενθαρρύνει τη δημιουργικότητα. Μουσεία, γκαλερί, βιβλιοθήκες και αρχειοθήκες θα έχουν τη δυνατότητα να συμμετέχουν σε συνεργασίες και εταιρικές σχέσεις στο δίκτυο των συνεργατών των δεδομένων, συγκεντρωτών και ειδικών που εργάζονται στον τομέα της ψηφιακής πολιτιστικής κληρονομιάς (Pasikowska-Schnass, Lim, 2023).

Η ευρωπαϊκή πλατφόρμα πολιτιστικής κληρονομιάς, Europeana, θα λειτουργήσει ως βάση για τη δημιουργία αυτού του κοινού χώρου δεδομένων. Οι προσπάθειες θα καθοδηγούνται από το πρόγραμμα Europeana για τα έτη 2020-2025, το οποίο επικεντρώνεται στην ενίσχυση της υποδομής, τη βελτίωση της ποιότητας και των δυνατοτήτων των δεδομένων, και την ενδυνάμωση των ιδρυμάτων της πολιτιστικής κληρονομιάς στον ψηφιακό τους μετασχηματισμό. Η πλατφόρμα εμπλέκεται επίσης σε ερευνητικά έργα τεχνητής νοημοσύνης στην πολιτιστική κληρονομιά. Στη μελέτη του Φεβρουαρίου 2022, η Επιτροπή ανέφερε ότι τα ιδρύματα πολιτιστικής κληρονομιάς, όπως και άλλοι πολιτιστικοί οργανισμοί και μουσεία, επενδύουν σημαντικά ποσά για τη ψηφιοποίηση των συλλογών τους. Αυτό οδηγεί στην παραγωγή μεγάλου όγκου δεδομένων, όπου, παρά την τεχνική προσβασιμότητά τους, υπάρχει δυσκολία στο να τα εκμεταλλευτούν λόγω νομικών εμποδίων. Το πνευματικό δικαίωμα αποτελεί ένα από τα βασικά εμπόδια και μπορεί να εμποδίσει την απόφαση να ψηφιοποιηθούν αντικείμενα που βρίσκονται υπό πνευματικά δικαιώματα (Pasikowska-Schnass, Lim, 2023).

3.1.4 Η Χρήση των Μεταδεδομένων στην Συντήρηση Αρχαιοτήτων

Την προσέγγιση τους στο θέμα των πνευματικών δικαιωμάτων από μια πρωτοποριακή οπτική γωνία, οι ερευνητές εξέτασαν την πιθανή χρήση νέων τεχνολογιών, με στόχο τη βελτίωση της διαχείρισης δεδομένων που προστατεύονται από πνευματικά δικαιώματα, καθώς και τον εντοπισμό προκλήσεων στη διαχείριση των δεδομένων αυτών στους δημιουργικούς τομείς. Επιπλέον, εστίασαν στον ρόλο της τεχνολογίας στη διαχείριση των δικαιωμάτων. Η μελέτη αναδείχθηκε για τη σημασία των (μετα)δεδομένων και την ανάγκη για αύξηση της συμβατότητας των μεταδεδομένων, συμβάλλοντας στην καλύτερη ανάκτηση και διαχείριση πληροφοριών (Pasikowska-Schnass, Lim, 2023). Τα μεταδεδομένα αντιπροσωπεύουν δομημένη πληροφορία η οποία περιγράφει, εξηγεί, εντοπίζει και διευκολύνει την ανάκτηση και διαχείριση πληροφοριών. Πρόκειται για δεδομένα που παρέχουν πληροφορίες σχετικά με άλλα δεδομένα. Τα μεταδεδομένα διασφαλίζουν την επιβίωση και την προσβασιμότητα των εγγράφων στο μέλλον, καθώς και την εύρεση πρόσφατα δημιουργημένων εγγράφων. Η ηλεκτρονική πληροφορία είναι ευάλωτη σε αλλοιώσεις ή αλλαγές λόγω νέων τεχνολογιών αποθήκευσης ή αλλαγών σε πρότυπα μορφοποίησης. Η αρχειοθέτηση και διατήρηση ηλεκτρονικών εγγράφων απαιτεί ειδικά στοιχεία για την καταγραφή όλων των αλλαγών από τη στιγμή της δημιουργίας τους. Η περιγραφή ενός αντικειμένου μέσω μεταδεδομένων διευκολύνει την κατανόηση του από ανθρώπους και μηχανές, προωθώντας τη διαλειτουργικότητα (Θ. Καλαμπούκης, 2023).

Η διαλειτουργικότητα αφορά την ικανότητα διάφορων συστημάτων με διαφορετικό υλικό, λογισμικό και δομές δεδομένων να ανταλλάσσουν δεδομένα με ελάχιστο κόστος και ευκολία μεταφοράς. Με τη χρήση κοινών σχημάτων μεταδεδωμένων και πρωτοκόλλων επικοινωνίας, επιτυγχάνεται αποτελεσματική αναζήτηση μεταξύ διαφορετικών βάσεων δεδομένων, ανεξάρτητα από τη διαφοροποίηση των μεταδεδωμένων τους (Kalamboukis, 2023).

3.2 Πνευματικά Δικαιώματα στους Τομείς της Τεχνητής Νοημοσύνης

Το πνευματικό δικαίωμα αποτελεί πρόκληση για όλους τους Πολιτιστικούς και Δημιουργικούς Τομείς (ΠΔΤ). Η μελέτη της τεχνητής νοημοσύνης για τις ευκαιρίες που μπορεί να δημιουργήσει και τις προκλήσεις που μπορεί να αντιμετωπίσει, κατέγραψε το 2022 προβλήματα που σχετίζονται με τον τομέα, όπως οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τα μουσεία και τα ιδρύματα κληρονομιάς στην υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης. Αυτές παίζουν καθοριστικό ρόλο και είναι :

- Η έλλειψη ενημέρωσης και εξειδίκευσης στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης μεταξύ των επαγγελματιών που εργάζονται στα μουσεία, και η περιορισμένη ανάπτυξη σε αυτόν τον τομέα, οι οποίες δυσκολεύουν σοβαρά την υιοθέτηση της τεχνολογίας από αυτούς τους οργανισμούς και τον τομέα της πολιτιστικής κληρονομιάς.
- Η ποιότητα των μεταδεδωμένων στις ψηφιοποιημένες συλλογές είναι ουσιαστικής σημασίας· όσο πλουσιότερα και καλύτερα οργανωμένα είναι, τόσο πιο εύκολο είναι να εντοπιστεί και να χρησιμοποιηθεί το επιθυμητό υλικό.
- Το οικονομικό έλλειμμα, μαζί με τις ανισότητες στους μισθούς μεταξύ του προσωπικού των μουσείων και των ειδικών στελεχών με γνώσεις σε τεχνητή νοημοσύνη, επηρεάζουν την υιοθέτηση της Τ.Ν. σε αυτούς τους οργανισμούς.

Ο συγκεκριμένος τομέας σπάνια αξιοποιεί την τεχνητή νοημοσύνη για την κατανόηση του κοινού ή για τη βελτίωση της εμπειρίας των επισκεπτών, ενώ δεν διαθέτει σαφή στρατηγική για τις επιχειρησιακές ευκαιρίες που προσφέρει η Τ.Ν. Η μελέτη της Επιτροπής για την τεχνητή νοημοσύνη αναφέρει τις ευκαιρίες που προσφέρει η Τεχνητή Νοημοσύνη σε μουσεία και στην πολιτιστική κληρονομιά:

- Ενισχυμένες εφαρμογές αρχειοθέτησης και διαχείρισης πληροφοριών με τη βοήθεια της Τ.Ν., για πιο αποτελεσματική έρευνα και κατάταξη των ψηφιοποιημένων συλλογών.
- Δραστηριότητες αλληλεπίδρασης με το κοινό, που βοηθούν στην καλύτερη επικοινωνία και συμμετοχή των επισκεπτών, καθιστώντας τις διαδραστικές εκθέσεις πιο αποτελεσματικές.
- Διαχείριση της εμπειρίας των επισκεπτών, που βοηθά στην καλύτερη διαχείριση των μουσείων και των πολιτιστικών μνημείων μέσω της τεχνολογίας Τ.Ν., παρακολουθώντας τους επισκέπτες και αναλύοντας τα σχόλια τους. Η Εθνική Πινακοθήκη του Σάο Πάολο είναι ένα παράδειγμα μιας τέτοιας πρωτοβουλίας.

4. Μελέτη Εφαρμογών της Τεχνητής Νοημοσύνης

4.1. Διερεύνηση της Τηλεπισκόπησης στην Συντήρηση Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης

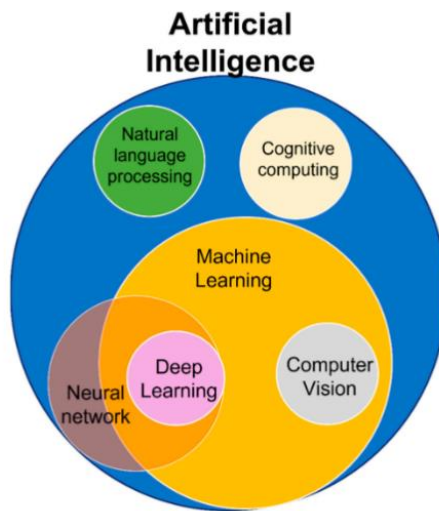
Ένα από τα πιο δημοφιλή μέσα για τον εντοπισμό αρχαιολογικών τοποθεσιών και ερειπίων, καθώς και για την ανάλυση ενός αρχαιολογικού χώρου, αποτελεί το Pedestrian Archaeological Survey, με το Fieldwalking να είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος έρευνας για αυτού του είδους εργασίες. Είναι γνωστό ότι πολλές αρχαιολογικές τοποθεσίες έχουν ανακαλυφθεί μέσω της αναζήτησης σε ιστορικούς χάρτες ή κείμενα, ενώ άλλες έχουν ανακαλυφθεί τυχαία κατά τη διάρκεια κατασκευαστικών εργασιών. Με την πεζοπορία, οι αρχαιολόγοι αποσκοπούν στη διαπίστωση της κατάστασης και της έκτασης των ορατών ερειπίων, με σκοπό τη βελτίωση και την επαλήθευση των πηγών τους, προάγοντας νέες ευκαιρίες για περαιτέρω έρευνα και τεκμηρίωση (Agariou, Argyrou, 2022).

Στο πλαίσιο της τηλεπισκόπησης στην αρχαιολογία, περιλαμβάνονται διάφορες μορφές τεχνολογιών όπως η δορυφορική ανίχνευση, η αεροφωτογραφία, η γεωφυσική έρευνα και τα μη επανδρωμένοι αεροσκάφη (UAVs). Η τηλεπισκόπηση χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό και τη χαρτογράφηση αρχαιολογικών τοποθεσιών και ερειπίων των παλαιότερων πολιτισμών, είτε αυτά βρίσκονται επάνω είτε κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, χωρίς να τα ακουμπά, να τα διαταράσσει ή ακόμα και να τα καταστρέφει τα καιρικά φαινόμενα ή ο ανθρώπινος παράγοντας. Ο πρώτος εμπορικός δορυφόρος υψηλής ανάλυσης ήταν ο IKONOS, ο οποίος ξεκίνησε τη λειτουργία του στα τέλη του 20ου αιώνα (1999) και αποτελεί σημαντική πρόοδο για τις αρχαιολογικές εφαρμογές, καθώς παρέχει συστηματικά πολυφωτογραφίες δεδομένα σε αρχαιολογικές τοποθεσίες και μνημεία (Agariou, Argyrou, 2022).

4.2 Καινοτόμες Εφαρμογές και Προοπτικές

Η Τεχνητή Νοημοσύνη, χάρη στις προοδευτικές της δυνατότητες στην πρόβλεψη, βρίσκεται σε ανοδική πορεία και προσελκύει μεγάλο ενδιαφέρον σε πολλούς τομείς των επιστημών. Οι αρχαιολόγοι μπορούν πλέον να αξιοποιήσουν ένα ευρύ φάσμα αρχαιολογικών δεδομένων με τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης για να λαμβάνουν αποφάσεις σχετικά με την προστασία των αρχαιολογικών ευρημάτων, αλλά και την επιλογή ιδανικών σημείων ανασκαφής σε αρχαιολογικούς χώρους. Ερευνητικές εργασίες έχουν δείξει ότι με τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης, οι αρχαιολόγοι μπορούν να μειώσουν το κόστος και τον χρόνο που απαιτείται για τα ανασκαφικά projects. Για παράδειγμα, μελέτες όπως αυτές του Agariou, αλλά και των Orengo και Garcia-Molsosa επιβεβαιώνουν ότι η χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης σε εικόνες UAV είναι επαναστατική στην αρχαιολογική έρευνα, με τεράστιες δυνατότητες υποστήριξης μελλοντικών αρχαιολογικών έργων. Είναι οικονομικά αποδοτική, ειδικά όταν ο χρόνος έρευνας είναι περιορισμένος. Αυτές οι μελέτες επιδεικνύουν την ικανότητά τους να παρέχουν γρήγορα αποτελέσματα και υψηλή αναλυτική ικανότητα κάτω από ευνοϊκές

συνθήκες. Οι μελλοντικές εξελίξεις στο computer vision και τη μηχανική εκμάθηση έχουν τη δυνατότητα να μετασχηματίσουν την αρχαιολογική έρευνα έτσι ώστε να διαχειρίζεται μεγάλους όγκους δεδομένων, μειώνοντας την εξάρτηση από ανθρώπινους πόρους. Οι Berganzo-Besga παρουσίασαν πρόσφατα, το 2021, ένα βελτιωμένο αλγόριθμο τεχνητής νοημοσύνης για την αυτόματη ανίχνευση αρχαιολογικών τάφων με χρήση δεδομένων LiDAR και πολυφασματικών δορυφορικών δεδομένων. Τα αποτελέσματα της έρευνας αποτελούν μια αξιόπιστη εναλλακτική για το χειροκίνητο εντοπισμό αυτού του είδους αρχαιολογικών λειψάνων (Agariou, Argyrou, 2022).



Εικόνα 4-1. Βασικά χαρακτηριστικά του AI

Πηγή: https://www.researchgate.net/publication/365790779_A_Review_of_Artificial_Intelligence_and_Remote_Sensing_for_Archaeological

4.3 Εφαρμογή της Μηχανικής Μάθησης και της Βαθιάς Μάθησης σε Αρχαιολογικούς Χώρους

Η μελέτη των Berganzo - Besga συνδύασε τεχνικές μηχανικής μάθησης για την κατηγοριοποίηση του εδάφους με χρήση πολυχρονικών και πολυφασματικών δεδομένων Sentinel-2, καθώς και εναλλακτικό μοντέλο βαθιάς μάθησης πάνω στα δεδομένα LiDAR, τα οποία είχαν προ επεξεργαστεί με ένα πολυκλιμακωτό μοντέλο εδάφους. Ο βελτιωμένος αλγόριθμος επέδειξε ποσοστό ανίχνευσης 89,5%, μέση ακρίβεια 66,75% και ακρίβεια 97%. Ως αποτέλεσμα, εντοπίστηκαν 10.527 τάφοι σε περιοχή περίπου 30.000 τ. χλμ. Αυτή η προσέγγιση αποτελεί τη μεγαλύτερη εφαρμογή που έχει γίνει μέχρι στιγμής από ένα πειραματικό στάδιο του συστήματος (Agariou, Argyrou, 2022).

4.4 Περιορισμοί και Προκλήσεις στην Εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης

στην Συντήρηση

Παρόλο που οι δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης είναι εμφανείς, όπως η αυτοματοποίηση και η υψηλή ακρίβεια, οι μεθοδολογίες της αντιμετωπίζουν ακόμη ορισμένους αρκετά μεγάλους περιορισμούς που απαιτούν ξεπέρασμα. Ένας από αυτούς τους περιορισμούς αφορά τον μεγάλο αριθμό απαραίτητων δειγμάτων για την εκπαίδευση και επικύρωση των μοντέλων της τεχνητής νοημοσύνης. Σε ορισμένες περιπτώσεις, ο αντιπροσωπευτικός αριθμός δειγμάτων είναι περιορισμένος, μειώνοντας την απόδοση της εφαρμογής. Επιπλέον, η αξιολόγηση της ακρίβειας των μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης συνήθως γίνεται με δείγματα που προέρχονται από την ίδια «κατάσταση» και αρχαιολογική περιοχή. Ως εκ τούτου, η ακρίβεια της τεχνητής νοημοσύνης δε συνδέεται άμεσα με την πολυπλοκότητα των αρχαιολογικών ευρημάτων και την ποικιλία που παρατηρείται σε πραγματικές αρχαιολογικές έρευνες. Μερικές φορές, το δείγμα είναι διαθέσιμο μόνο για λίγες κατηγορίες αρχαιολογικών αντικειμένων και αρχαιολογικών χώρων, δυσκολεύοντας τον αλγόριθμο της τεχνητής νοημοσύνης στην κατανόηση και ανίχνευση άλλων χαρακτηριστικών που εκτείνονται πέρα από συγκεκριμένες χρονικές περιόδους, διάφορους τύπους κεραμικών κ.λπ. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι η πλειοψηφία των εφαρμογών της τεχνητής νοημοσύνης έχουν υλοποιηθεί με παραδείγματα από το βόρειο ημισφαίριο, αντίθετα με τον περιορισμένο αριθμό παραδειγμάτων από το νότιο ημισφαίριο. Αυτοί οι περιορισμοί πρέπει να μετατραπούν σε προκλήσεις και, στη συνέχεια, σε ευκαιρίες για τις εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στον τομέα της αρχαιολογίας μέσω απομακρυσμένης ανίχνευσης (Agariou, Argyrou, 2022).

4.5 Εφαρμογές στην Ανακατασκευή και Ανάπτυξη Ψηφιδωτών Εικονικών

Αναπαραστάσεων

Κάποιες εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στη συντήρηση αρχαιοτήτων περιλαμβάνουν τη διαχείριση πολιτιστικών δεδομένων για τους επισκέπτες μουσείων, την κατηγοριοποίηση στοιχείων σε μοντέλα ιστορικών κτιρίων και την ανακατασκευή αρχαίων έργων τέχνης, όπως ζωγραφικών πινάκων και ψηφιδωτών. Τεχνικές όπως οι γενετικοί αλγόριθμοι και η βαθιά μάθηση έχουν χρησιμοποιηθεί για την αποτελεσματική ανάλυση και κατανόηση των μοτίβων των μωσαϊκών, αναδεικνύοντας το δυναμικό της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διατήρηση του πολιτισμού (Andrés, Gómez, Reviriego, Lombard, 2022).

Ένα σημαντικό επίτευγμα αφορά τη δημιουργία εικόνων από την Τεχνητή Νοημοσύνη που βασίζονται σε κείμενο. Πολλά εργαλεία, όπως το Imagen και το Parti από τη Google, καθώς και εφαρμογές όπως το Cogview, το Midjourney και το διάσημο DALL-E της OpenAI, ξεχωρίζουν σε αυτό το πεδίο. Αυτά τα εργαλεία χρησιμοποιούν κείμενο και, μερικές φορές, εικόνες αναφοράς για τη δημιουργία αντίστοιχων εικόνων. Χρησιμοποιούν δισεκατομμύρια παραμέτρους και μεγάλα σύνολα δεδομένων για εκπαίδευση, εξασφαλίζοντας υψηλής

ποιότητας εικόνες για διάφορες περιγραφές κειμένου (Andrés, Gómez, Reviriego, Lombard, 2022).

Τον Αύγουστο του 2022, το DALL-E παρουσίασε μια καινοτόμο λειτουργία με την ονομασία "Outpainting", η οποία δέχεται μια μη ολοκληρωμένη εικόνα ως βασικό αρχείο και συμπληρώνει τα κενά μέρη της. Αυτή η νέα δυνατότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εικονική αποκατάσταση αρχαίων μωσαϊκών. Σε όλες τις εικονικές ανακατασκευές, χρησιμοποιήθηκε το DALL-E, ένα δημοφιλές εργαλείο δημιουργικής τεχνητής νοημοσύνης της OpenAI, λόγω της προχωρημένης λειτουργικότητάς του και της εύκολης πρόσβασης που παρέχει σε οποιονδήποτε χρήστη μέσω διαδικτυακής διεπαφής, καθώς και της ευρείας χρήσης του. Στην προεπιλεγμένη λειτουργία του, το DALL-E λαμβάνει ένα κείμενο ως βασικό στοιχείο (γνωστό ως prompt) και παράγει πολλές εικόνες που αντιπροσωπεύουν αυτό που περιγράφεται στο κείμενο. Μια αναφορική εικόνα μπορεί επίσης να προστεθεί ως βασικό στοιχείο για να καθοδηγήσει κάθε φορά και να βελτιώσει τη δημιουργία εικόνων (Andrés, Gómez, Reviriego, Lombard, 2022).

Η αξιολόγηση που πραγματοποιήθηκε σε διάφορα ψηφιδωτά, είτε είχαν υποστεί αρχική ζημιά είτε είχαν προσομοιωμένη ζημιά, δείχνει ότι το DALL-E είναι ικανό να κατανοήσει τα κύρια στοιχεία της εικόνας και να δημιουργήσει μια εικονική ανακατασκευή. Αυτό ισχύει για σκηνές που περιλαμβάνουν ανθρώπους, ζώα, γεωμετρικά σχήματα και διάφορα μοτίβα. Ωστόσο, οι εικονικές ανακατασκευές που υποστήριξαν τεχνητές ζημιές παρουσίασαν αρκετά λάθη. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η εφαρμογή εξακολουθεί να απέχει από την ποιότητα μιας καλής χειρωνακτικής ανακατασκευής. Παρ' όλα αυτά, η εφαρμογή έχει εκπαιδευτεί πάνω σε μεγάλο όγκο δεδομένων και οι προτάσεις της μπορούν να συμπληρώσουν αυτές των ανθρώπινων ειδικευομένων. Αυτό υποδηλώνει ότι μια πιθανή χρήση αυτών των εργαλείων θα μπορούσε να βοηθήσει τους ανθρώπους να εξερευνήσουν εικονικές ανακατασκευές, δοκιμάζοντας γρήγορα πολλές διαφορετικές λύσεις, χρησιμοποιώντας την εφαρμογή, και στη συνέχεια επικεντρώνοντας την προσοχή τους σε λεπτομέρειες που μπορούν να διορθωθούν χειρωνακτικά. Η χειρότερη απόδοση παρατηρείται στην απεικόνιση προσώπων και σε περιπτώσεις γυμνού σώματος (λόγω των πολιτικών του DALL-E σχετικά με το περιεχόμενο των εικόνων). Για γεωμετρικά σχήματα, η απόδοση φαίνεται καλύτερη, αλλά το DALL-E έχει ορισμένους περιορισμούς στην αναπαράσταση των χρωμάτων και για κάποιες μορφές, ειδικά όταν είναι μικρές. Η εφαρμογή έχει επίσης περιορισμούς στην ανακατασκευή μεγάλων κενών, για τα οποία το στυλ και το είδος του μωσαϊκού προσφέρουν βασικές πληροφορίες. Ακόμα και με αυτούς τους περιορισμούς, η απόδοση του DALL-E είναι συνολικά σημαντική, λαμβάνοντας υπόψη ότι η αξιολόγηση έγινε στην προσωρινή έκδοση του χαρακτηριστικού "Outpainting" χρησιμοποιώντας ένα πολύ γενικό κείμενο εντολών. Χρειάζεται περαιτέρω εργασία για να κατανοήσουμε καλύτερα τις δυνατότητες των τρεχόντων εφαρμογών για την εκτέλεση εικονικών ανακατασκευών των ψηφιδωτών (Andrés, Gómez, Reviriego, Lombard, 2022).



Εικόνα 4-2. Ψηφιδωτό δαπέδου: Αρχική κατάσταση (εικόνα πάνω), Ψηφιακή απεικόνιση (κάτω)

Πηγή: <https://arxiv.org/abs/2210.06145>

4.6 Εφαρμογές στην Ολοκλήρωση Πίνακα με Μελάνι

Η Baidu, μια εταιρεία με έδρα την Κίνα, παρουσίασε πρόσφατα τις ικανότητές της στην τεχνητή νοημοσύνη με την αποκάλυψη ενός νέου πίνακα που αντιγράφει το στυλ της κινέζας καλλιτέχνηδας Lu Xiaoman (1903 - 1965). Αυτό το έργο τέχνης ολοκληρώθηκε χρησιμοποιώντας την πλατφόρμα δημιουργίας τέχνης βαθιάς μάθησης της εταιρείας. Κατά την παρουσίαση του έργου, η Baidu διοργάνωσε μια συζήτηση με τον τοπικό οίκο δημοπρασιών Duo Yun Xuan, στις 16 Νοεμβρίου στη Σαγκάη. Οι δύο συνεργάτες συνεργάστηκαν για να ολοκληρώσουν το ατελές έργο της Lu, το οποίο δεν είχε ολοκληρωθεί από την καλλιτέχνηδα. Αυτή η συζήτηση ανέδειξε δύο προσπάθειες για την ολοκλήρωση του ατελούς έργου της Lu: μία από τον διάσημο κινέζο καλλιτέχνη Le Zhenwen και μία από την Baidu Wenxin Yige, μια πλατφόρμα δημιουργίας τέχνης που βασίζεται στο Paddle, το μοντέλο βαθιάς μάθησης της Baidu. Ο στόχος ήταν η σύγκριση της ερμηνείας του έργου από την τεχνητή νοημοσύνη και από έναν κανονικό καλλιτέχνη (Zhou, 2022).

Σύμφωνα με τη Baidu, η διαδικασία για αυτό το έργο περιλάμβανε τέσσερις φάσεις: την εκπαίδευση της τεχνητής νοημοσύνης, τη ζωγραφική και το χρωμάτισμα από την τεχνητή νοημοσύνη και τη σύνθεση ενός ποιήματος. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, η Baidu συνεργάστηκε με τον οίκο δημοπρασιών Duo Yun Xuan για να συλλέξει πίνακες ζωγραφισμένους με μελάνι για την εκπαίδευση της τεχνητής νοημοσύνης και την καλύτερη

βελτίωση του αποτελέσματος. Η τεχνητή νοημοσύνη, από τεχνικής άποψης, αποκτά γνώση πριν δημιουργήσει οποιοδήποτε έργο, όπως και οι άνθρωποι. Εκπαιδεύεται με μεγάλο όγκο δεδομένων σε συνδυασμούς εικόνας-κειμένου. Κάθε έργο συνοδεύεται από μια περιγραφή κειμένου, και έτσι η τεχνητή νοημοσύνη μαθαίνει τη σύνδεση που υπάρχει ανάμεσα στον γραπτό λόγο με την εικόνα (Zhou, 2022). Για παράδειγμα, η έννοια των βουνών μπορεί να παρουσιαστεί με διάφορα στυλ εικόνας. Ο άνθρωπος δίνει μια περιγραφή όπως "ένα πεύκο σε ένα βουνό". Η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιεί την εμπειρία και τις γνώσεις της για να δημιουργήσει μια βασική εκδοχή, την οποία τροποποιεί συνεχώς. Αυτή η διαδικασία μπορεί να περιλαμβάνει εκατοντάδες χιλιάδες επαναλήψεις, ενώ το σχέδιο γίνεται ολοένα και πιο σαφές, εμπλουτίζοντας κάθε φορά τις λεπτομέρειες της εικόνας. Το έργο ολοκληρώνεται όταν ικανοποιεί τις αισθητικές απαιτήσεις του δημιουργού ανθρώπου, ο οποίος λειτουργεί ως ο καθοδηγητής της τεχνητής νοημοσύνης.

Επιπλέον, ο άνθρωπος πρέπει να παρέχει υλικό στην τεχνητή νοημοσύνη για να αποκτήσει γνώσεις και να καθορίσει πώς θα εκπαιδευτεί. Για παράδειγμα, η Baidu χρησιμοποίησε παραδοσιακά κινέζικα στοιχεία και πολιτιστικά δεδομένα για να αποκτήσει σαν εφαρμογή καλύτερη κατανόηση στο συγκεκριμένο πεδίο. Οι άνθρωποι επίσης αναλαμβάνουν την τελική αξιολόγηση του έργου, παρόλο που η εφαρμογή διαθέτει έναν αυτόματο αλγόριθμο για να αξιολογεί αν το έργο που έχει δημιουργήσει είναι αρκετά καλό, καθώς η τεχνητή νοημοσύνη δεν είναι τόσο ακριβής και ξεκάθαρη στο αισθητικό κριτήριο όσο οι άνθρωποι σε αυτήν την περίπτωση (Zhou, 2022). Στην αρχική έκδοση του έργου που σχεδίασε ο Lu Xiaoman, η ομάδα της Baidu συμβουλευτήκε τον καλλιτέχνη Le για συμβουλές. Αυτός παρείχε περισσότερα δείγματα εικόνας έτσι ώστε να αποκτήσει περισσότερες πληροφορίες και να έχει ένα καλύτερο αποτέλεσμα (Zhou, 2022).



Εικόνα 4.3 - Το έργο με μελάνι της Lu Xiaoman (κεντρική εικόνα), απεικόνιση του έργου από τον καλλιτέχνη Le Zhenwen (αριστερή εικόνα), απεικόνιση του έργου από το πρόγραμμα Baidu Ai (δεξιά εικόνα).

Πηγή: <https://technode.com/2022/11/22/baidu-ai-completes-an-unfinished-ink-painting-how-does-it-work-and-is-it-making-human-artists-obsolete/>

4.7 Εφαρμογές στην Δημιουργία Χαμένων Κομματιών Πίνακα (Νυκτερινή Περίπολος)

Ο πίνακας “Νυκτερινή Περίπολος” είχε δημιουργηθεί για το Klovenierdoelen, το οποίο ήταν χώρος συνάντησης των Πολιτικών Φρουρών του Άμστερνταμ, και ήταν ειδική παραγγελία των φρουρών του Captain Frans Banninck Cocq, καθώς ο Rembrandt ήταν ένας από τους πιο διάσημους ζωγράφους πορτραίτων της χώρας εκείνη την χρονική περίοδο.

Το 1715, 50 χρόνια μετά τον θάνατο του ζωγράφου, ο πίνακας μεταφέρθηκε από την αρχική του θέση, στο Δημαρχείο της πόλης, το σημερινό Βασιλικό Ανάκτορο του Άμστερνταμ, και η καινούργια του θέση θα ήταν πλέον ανάμεσα σε δύο πόρτες. επειδή ο πίνακας ήταν αρκετά μεγάλος, επέλεξαν να τον μικρύνουν, κόβοντας τον περιμετρικά. Αφαιρέθηκε κομμάτι του πίνακα από την αριστερή του πλευρά σχεδόν ενός μέτρου, ενώ τα κομμάτια που αφαιρέθηκαν από την πάνω την δεξιά και την κάτω πλευρά του πίνακα ήταν πολύ μικρότερα σε πάχος . Τα κομμάτια που αφαιρέθηκαν χάθηκαν, και ο πίνακας παρέμεινε ως είχε.

Το project “Operation Night Watch” είναι το μεγαλύτερο εγχείρημα που έχει γίνει ποτέ για τον πίνακα, με σκοπό την καλύτερη δυνατή έρευνα και συντήρηση του. Το project έλαβε χώρα μέσα στον εκθεσιακό χώρο του μουσείου, έτσι ώστε να μπορούν να δουν την διαδικασία οι επισκέπτες του μουσείου. Ο πίνακας περιβλήθηκε από ένα γυάλινο περίβλημα, όπου οι συντηρητές μπορούσαν να διεξάγουν την έρευνα τους.



Εικόνα 4-4. Η αίθουσα και γυάλινο περίβλημα, μέσα στο οποίο βρίσκεται ο πίνακας “Νυκτερινή Περίπολος”.

Πηγή: <https://www.rijksmuseum.nl/en/stories/operation-night-watch/story/night-watch-the-missing-pieces>

Ένας από τους πιο σημαντικούς λόγους που ξεκίνησε το project είναι επειδή στο έργο του Lundens διακρίνεται ξεκάθαρα στην αριστερή πλευρά του πίνακα η πλάτη ενός φρουρού, και δύο επιπλέον φιγούρες, οι οποίες δεν υπάρχουν πουθενά στον αρχικό πίνακα.



Εικόνα 4-5. Κομμάτι του πίνακα του Gerrit Lundens. Απεικονίζεται το κομμάτι που λείπει από τον πίνακα του Rembrandt.
Πηγή: <https://www.rijksmuseum.nl/en/stories/operation-night-watch/story/night-watch-the-missing-pieces>

Ο Frans Banninck Cocq, ο οποίος είναι και το κεντρικό πρόσωπο του πίνακα, είχε παραγγείλει ένα αντίγραφο του πίνακα, το οποίο ζωγράφησε ο Gerrit Lundens, με το δικό του, προσωπικό στυλ. Ενώ υπάρχουν τα κομμάτια που λείπουν, το αντίγραφο δεν είναι ίδιο με το αυθεντικό, και υπάρχει διαφορά από τα πρόσωπα του πίνακα μέχρι τα χρώματα. Η ομάδα συντήρησης του Κρατικού Μουσείου της Ολλανδίας χρησιμοποίησε την τεχνητή νοημοσύνη για να συμπληρώσει τον πίνακα, βασισμένη στο αντίγραφο, αλλά με το στυλ του Ρέμπραντ.

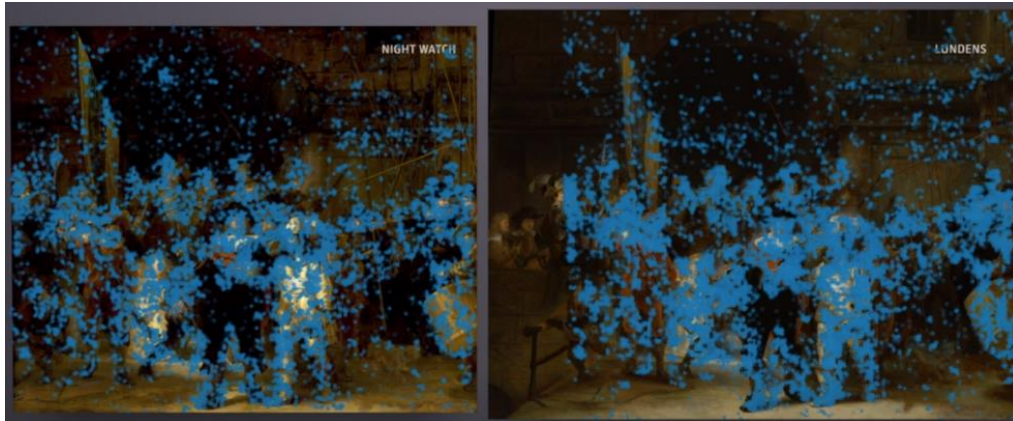
Η διαδικασία εκπαίδευσης της εφαρμογής ξεκίνησε με την αντιγραφή του πίνακα που είχε δημιουργήσει ο Lundens, χρησιμοποιώντας ένα νευρικό δίκτυο. Η δημιουργία του πίνακα χωρίστηκε σε 4 διαφορετικά σκέλη: στυλ, χρώμα, διαστάσεις, αυθεντικός πίνακας.



Εικόνα 4-6. Τα 4 σκέλη στα οποία χωρίστηκε ο πίνακας. Ξεκινώντας από πάνω προς τα κάτω, το πρώτο είναι το στυλ, το δεύτερο το χρώμα, το τρίτο οι διαστάσεις, και το τέταρτο είναι ο αυθεντικός πίνακας.

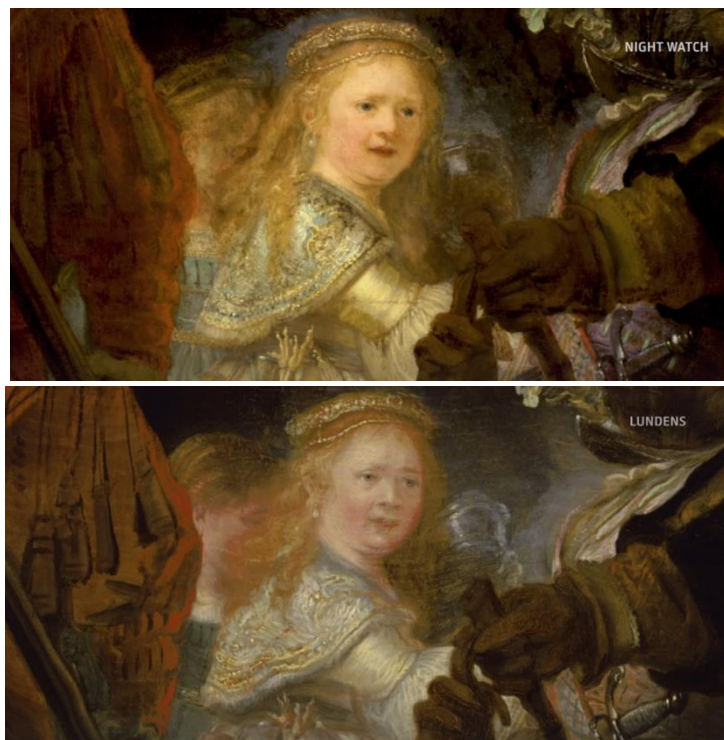
Πηγή: <https://www.rijksmuseum.nl/en/stories/operation-night-watch/story/night-watch-the-missing-pieces>

Αρχικά, οι δυο πίνακες τοποθετήθηκαν ο ένας πάνω στον άλλο με σκοπό να επιτευχθούν όσο το δυνατόν καλύτερα γίνεται τα μεγέθη και τα σχήματα, επιλέγοντας τα καλύτερα σημεία του πίνακα, χρησιμοποιώντας το νευρικό δίκτυο, το οποίο αναγνώρισε όλα τα σώματα και τα πρόσωπα των έργων. Υπήρχαν ακόμα διαφορές στις διαστάσεις, οι οποίες όμως προσαρμόστηκαν μέσω της εφαρμογής στον πίνακα του Rembrandt.



Εικόνα 4-7. Το νευρικό δίκτυο επέλεξε τα καλύτερα μεγέθη, σχήματα, σώματα και πρόσωπα που μπορούσε να αναγνωρίσει από τους δύο πίνακες, και χρησιμοποίησε το μπλε χρώμα για τον προσδιορισμό τους.

Πηγή: <https://www.rijksmuseum.nl/en/stories/operation-night-watch/story/night-watch-the-missing-pieces>



Εικόνα 4-8. Διαφορές μεταξύ της “Νυκτερινής Περιπόλου” και του πίνακα του Lundens. Ίδια μορφή γυναίκας, με διαφορετικά χαρακτηριστικά προσώπου, μαλλιών και ενδυμασίας.

Πηγή: <https://www.rijksmuseum.nl/en/stories/operation-night-watch/story/night-watch-the-missing-pieces>

Για το επόμενο βήμα, που είχε να κάνει με το στυλ και το χρώμα του πίνακα, η εφαρμογή πήρε τους δύο πίνακες και τους έκοψε σε εκατοντάδες χιλιάδες κομμάτια μέσω του νευρικού δικτύου. Το δίκτυο αυτό λειτουργεί με δύο παράγοντες: Το πρόβλημα, και την λύση του προβλήματος, και τα κομμάτια των πινάκων αποτελούν αυτούς τους δύο παράγοντες. Το πρόβλημα είναι ο πίνακας του Lundens, και η λύση είναι ο πίνακας του Rembrandt.

Στον παρακάτω πίνακα, παρουσιάζονται δεδομένα που δόθηκαν στο πρόγραμμα, που περιλαμβάνουν τα πολλά και διαφορετικά κομμάτια του πίνακα. Στην πρώτη στήλη, είναι κομμάτια του πίνακα του Lundens, στην δεύτερη στήλη είναι κομμάτια του πίνακα του Rembrandt, και η τρίτη στήλη έχει δημιουργηθεί από το πρόγραμμα, με την εντολή “Βάση του κομματιού του πίνακα από την 2η στήλη, ζωγράφισε το κομμάτι του πίνακα από την 1η στήλη με το στυλ ζωγραφικής της 2ης στήλης”. Έτσι, η 3η στήλη αποτελεί το τελικό αποτέλεσμα που έχει δημιουργήσει το πρόγραμμα AI.



Εικόνα 4-9. Στην πρώτη στήλη, είναι κομμάτια του πίνακα του Lundens, στην δεύτερη στήλη είναι κομμάτια του πίνακα του Rembrandt, και η τρίτη στήλη έχει δημιουργηθεί από το πρόγραμμα, με την εντολή “Βάση του κομματιού του πίνακα από την 2η στήλη, ζωγράφισε το κομμάτι του πίνακα από την 1η στήλη με το στυλ ζωγραφικής της 2ης στήλης”. Έτσι, η 3η στήλη αποτελεί το τελικό αποτέλεσμα που έχει δημιουργήσει το πρόγραμμα AI.

Πηγή: <https://www.rijksmuseum.nl/en/stories/operation-night-watch/story/night-watch-the-missing-pieces>

Με την συνεχόμενη “εξάσκηση” του προγράμματος, αυτό γίνεται ολοένα και καλύτερό, φέρνοντας τον συντηρητή πιο κοντά στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Το πρόγραμμα μπορεί πλέον να ζωγραφίσει τον πίνακα του Lundens στο στυλ του Rembrandt. Έχουν αλλάξει τα χρώματα, σε συνδυασμό με το ύφος, και έχουν προστεθεί λεπτομέρειες, έτσι ώστε ο πίνακας του Lundens να θυμίζει ακόμα περισσότερο τον πίνακα του Rembrandt.



Εικόνα 4-10. Η αριστερή εικόνα είναι η “Νυκτερινή Περίπολος”, η δεξιά εικόνα είναι το έργο του Lundens, και στο κέντρο υπάρχει ο συνδυασμός των δύο διαφορετικών εικαστικών στυλ των δύο ζωγράφων.

Πηγή: <https://www.rijksmuseum.nl/en/stories/operation-night-watch/story/night-watch-the-missing-pieces>

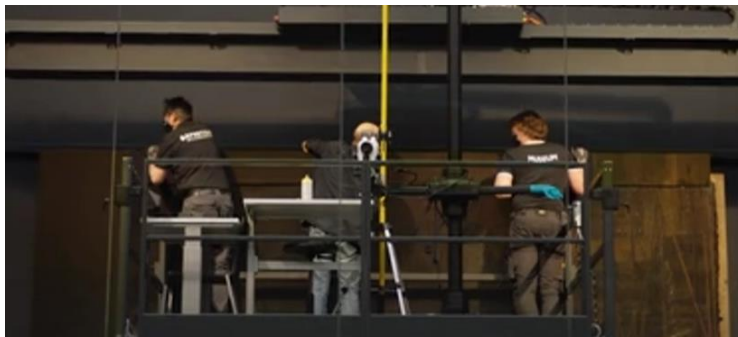
Αφού το πρόγραμμα έχει φτάσει επιτέλους στο πλέον επιθυμητό αποτέλεσμα, ξεκίνησε η δημιουργία των κομμένων κομματιών του πίνακα, μέσω εκτύπωσης.



Εικόνα 4-11. Εκτύπωση των κομμένων κομματιών του πίνακα.

Πηγή: <https://www.rijksmuseum.nl/en/stories/operation-night-watch/story/night-watch-the-missing-pieces>

Τα εκτυπωμένα κομμάτια ξεκίνησαν να τοποθετούνται στον πίνακα, πάνω σε τελάρο, έτσι ώστε να γίνει όσο το δυνατόν καλύτερη και ακριβής η τοποθέτηση τους.



Εικόνα 4-12. Τοποθέτηση των εκτυπωμένων κομματιών στον πίνακα, από τους συντηρητές του μουσείου. Πηγή: <https://www.rijksmuseum.nl/en/stories/operation-night-watch/story/night-watch-the-missing-pieces>



Εικόνα 4-13. Η “Νυκτερινή Περίπολος” πριν γίνει η τοποθέτηση των εκτυπωμένων κομματιών. Πηγή: <https://www.rijksmuseum.nl/en/stories/operation-night-watch/story/night-watch-the-missing-pieces>



Εικόνα 4-14. Η “Νυκτερινή Περίπολος” αφού έγινε η τοποθέτηση των εκτυπωμένων κομματιών. Πηγή: <https://www.rijksmuseum.nl/en/stories/operation-night-watch/story/night-watch-the-missing-pieces>

4.8 Εφαρμογές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών στην Συντήρηση και Διαχείριση Πολιτιστικών Μνημείων.

Τα μνημεία αποτελούν ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία της πολιτιστικής κληρονομιάς, αποτελώντας ανεκτίμητη μαρτυρία του παρελθόντος και της ιστορίας ενός τόπου. Σύμφωνα με την Χάρτα της Βενετίας (1964), τα μνημεία περιλαμβάνουν όχι μόνο μεγάλα έργα τέχνης, αλλά και κατασκευές μικρότερης κλίμακας που έχουν αποκτήσει πολιτιστική σημασία με τον χρόνο. Σύμφωνα με τη Σύμβαση Παγκόσμιας Πολιτιστικής και Φυσικής Κληρονομιάς της UNESCO (1972), τα μνημεία αναγνωρίζονται ως σημαντικά κτίρια, γλυπτικά, αρχαιολογικά ευρήματα και άλλες κατασκευές που διαθέτουν ιστορική ή καλλιτεχνική αξία για την ανθρωπότητα. Αυτά τα μνημεία λειτουργούν ως σύμβολα των επιτευγμάτων και των ιδεών του ανθρώπου και είναι ζωτικής σημασίας να προστατεύονται για να διατηρηθεί η ιστορική τους αξία για τις επόμενες γενιές.

Τα μνημεία αντιμετωπίζουν απειλές από φυσικούς και ανθρωπογενείς παράγοντες, όπως η κλιματική αλλαγή, η παραμέληση και οι ανεύθυνες ενέργειες σε ιστορικές περιοχές. Η αποτελεσματική διαχείριση και προστασία των μνημείων απαιτεί διαδικασίες όπως η έρευνα, η καταγραφή και η αξιολόγηση της κατάστασής τους, σε συνδυασμό με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, τα οποία διευκολύνουν την πρόσβαση και τη διαχείριση αυτών των σημαντικών αρχαιολογικών αγαθών.

Οι τεχνολογίες όπως η τρισδιάστατη αναπαράσταση μνημείων και η εικονική, επαυξημένη ή μικτή πραγματικότητα, έχουν ενσωματωθεί ευρέως στους πολιτιστικούς χώρους, μετατρέποντας την επίσκεψη σε βιωματική εμπειρία με πλούσια οφέλη. Η εφαρμογή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) για την καταγραφή και διαχείριση ιστορικών κτιρίων συνδέει τα μνημεία με τον φυσικό χώρο και συμβάλλει σημαντικά στην έρευνα και την κατανόηση των σχέσεων μεταξύ αυτών των μνημείων, ενισχύοντας τις αποφάσεις για προστασία και διαχείριση κινδύνων.

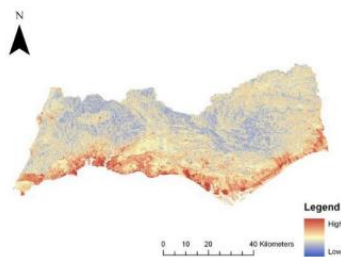


Figure 14 - Logistic Regression Archaeological Predictive Model

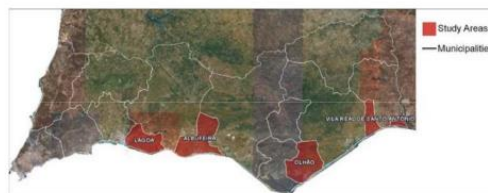


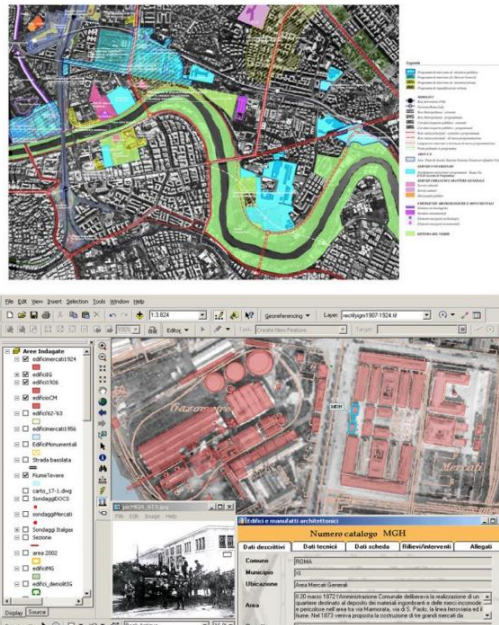
Figure 20 - Areas with higher Cultural Risk

Εικόνα 4-15. Χάρτες της περιοχής Algarve που δείχνουν την πιθανότητα να υπάρχουν ρωμαϊκά μνημεία, και τις υπό-περιοχές που βρίσκονται σε μεγαλύτερο κίνδυνο καταστροφής της πολιτιστικής κληρονομιάς, 2022.

Πηγή : <https://dione.lib.unipi.gr/xmlui/handle/unipi/14206>

Ένα ενδεικτικό παράδειγμα είναι η έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή της Algarve στην Πορτογαλία, επικεντρώνοντας στον αντίκτυπο της αστικής ανάπτυξης στην πολιτιστική κληρονομιά. Με τη χρήση GIS, δημιουργήθηκαν προγνωστικά μοντέλα για την πρόβλεψη της ανάπτυξης και την αποτίμηση του κινδύνου απώλειας πολιτιστικής κληρονομιάς σε

τοπικό επίπεδο. Ανάλογη προσέγγιση υιοθετήθηκε και στη Ρώμη, όπου με τη βοήθεια της εφαρμογής COsMa δημιουργήθηκε ένας ολοκληρωμένος χάρτης ιστορικής κληρονομιάς για τις περιοχές Ostiense και Marconi. Αυτή η προσέγγιση βασίστηκε σε πολυσύνθετη βάση δεδομένων που συμπεριέλαβε γεωλογικά, αρχαιολογικά, και ιστορικά στοιχεία, ενισχύοντας τη διαχείριση και τη διατήρηση της ιστορικής και πολιτιστικής κληρονομιάς της πόλης. (Αναστασίου Ε.)

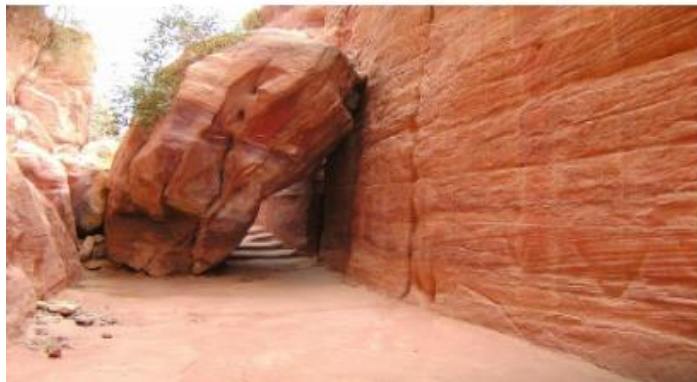


Εικόνα 4-15. Εφαρμογή χάρτη ιστορικής κληρονομιάς COsMa, 2022
Πηγή : <https://dione.lib.unipi.gr/xmlui/handle/unipi/14206>

4.9 Εφαρμογές σε Πολιτιστικούς Αρχαιολογικούς Χώρους (Petra, Siq)

Η πρόσφατη έρευνα επικεντρώθηκε στη συντήρηση του "Siq", της εισόδου στην αρχαία πόλη της Πέτρας στην Ιορδανία, εξετάζοντας πιθανές αλλαγές στις διαδικασίες αποκατάστασης πολιτιστικής κληρονομιάς με βάση την τεχνητή νοημοσύνη. Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι οι τεχνολογικές εξελίξεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιτυχώς για τη διαχείριση προτεινόμενων έργων, όπως το έργο "Siq Stability". Το συγκεκριμένο έργο επιδιώκει τρόπους για την αποδοτικότερη και οικονομικά αποδοτική προσέγγιση στην αποκατάσταση της Πέτρας. Εξετάζει πώς η σημερινή εποχή, με την πρόοδο της κατασκευαστικής βιομηχανίας και την ψηφιοποίηση, ανατρέπει τις παραδοσιακές διαδικασίες προστασίας της κληρονομιάς. Επιπλέον, αναδεικνύει τον ρόλο της τεχνητής νοημοσύνης στην αρχιτεκτονική, προσφέροντας επιπλέον εργαλεία στους συντηρητές των έργων κληρονομιάς στην Πέτρα. Στόχος είναι να εκμεταλλευτούν τα οφέλη της τεχνητής νοημοσύνης για την αποτελεσματική και γρήγορη αποκατάσταση του μνημείου. Η μελέτη εξερευνά το "Siq", αναδεικνύοντας τα προβλήματα επιδείνωσης που αντιμετωπίζει και υπογραμμίζει την ανάγκη για αξιοποίηση των ευκαιριών που προσφέρει η τεχνητή νοημοσύνη για την προώθηση βελτιωμένων προσεγγίσεων στη διατήρηση της πολιτισμικής κληρονομιάς (Goussous, 2020).

Η Πέτρα στην Ιορδανία θεωρείται μία από τις περιοχές που ξεχωρίζουν για την ιστορική και πολιτιστική της σημασία. Πολλοί αναγνωρίζουν την Πέτρα ως μία από τις πλέον εντυπωσιακές αρχαιολογικές περιοχές, με κύρια αξιοθέατα τις οροσειρές από ασβεστόλιθο και τους πολύχρωμους αμμόλιθους. Η αρχαιολογική τοποθεσία προσελκύει μεγάλους αριθμούς τουριστών κάθε χρόνο που επισκέπτονται την Ιορδανία. Παρόλα αυτά, η διάβρωση και τα προβλήματα φθοράς που προκύπτουν από ανθρώπινες και φυσικές αιτίες παραμένουν σοβαρή πρόκληση για τον αρχαιολογικό χώρο. Τα προβλήματα αυτά περιλαμβάνουν τη διάβρωση από ύδατα και ανέμους, σεισμική δράση, κρυστάλλωση άλατος, έντονες αλλαγές θερμοκρασίας, βιολογική διάβρωση και ανθρώπινες δραστηριότητες στο περιβάλλον της περιοχής. Η Πέτρα έχει σημαντική οικονομική, περιβαλλοντική, εκπαιδευτική, ερευνητική, καλλιτεχνική και ιστορική αξία, για την οποία οι συντηρητές δίνουν έμφαση στην συνεχή συντήρηση και προστασία, προκειμένου να διασφαλιστούν οι αξίες της για τον τοπικό πληθυσμό και να διατηρηθεί αυτό το σημαντικό κομμάτι της ιστορίας που έχει παγκόσμια σημασία (Goussous, 2020).



Εικόνα 4-16. Δύσβατο σημείο για τους τουρίστες στην Πέτρα, 2020.

Πηγή: https://www.researchgate.net/publication/351371783_Artificial_Intelligence-based_Restoration_The_Case_of_Petra.

Η αρχική φάση του προγράμματος συντήρησης του "Siq" περιλάμβανε τον έλεγχο του χώρου για την αξιολόγηση του κινδύνου κατολίσθησης κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης. Το προσωπικό που συμμετείχε στο πρόγραμμα εκπαιδεύτηκε για την εξοπλισμένη εγκατάσταση εργαλείων και εξοπλισμού στο "Siq", αποκτώντας τις απαραίτητες δεξιότητες συντήρησης για την υλοποίηση του προγράμματος. Ως αποτέλεσμα, χρησιμοποιήθηκαν αξιόπιστες και ακριβείς τεχνικές για την εγκατάσταση ενός ολοκληρωμένου συστήματος παρακολούθησης. Στη συνέχεια, το προσωπικό πραγματοποίησε προηγμένες τεχνικές για την πλήρη τεκμηρίωση του χώρου πριν από την εγκατάσταση ενός νέου συστήματος GIS (Geographic Information System) για τη διαχείριση, ανάλυση και αποθήκευση δεδομένων. Η δεύτερη και η τρίτη φάση του προγράμματος επικεντρώθηκαν στην εφαρμογή μέτρων για τη μείωση του κινδύνου κατολίσθησης, δίνοντας προτεραιότητα στην ανάλυση της επικινδυνότητας. Κατά τις φάσεις αυτές, έγιναν εργασίες αποκατάστασης και συντήρησης στο "Siq". Οι εργαζόμενοι συμμετείχαν ενεργά, αποκτώντας πρακτική εμπειρία στην αποκατάσταση του μνημείου. Αυτή η ενεργή συμμετοχή συνέβαλε στη δημιουργία ενός ισχυρού βάρους για μια ολοκληρωμένη αποκατάσταση, συνδυάζοντας παραδοσιακές και επιστημονικές δεξιότητες συντήρησης. Οι παρεμβάσεις εστιάστηκαν σε κρίσιμες περιοχές, όπως το υψηλότερο

οροπέδιο και οι πλαγιές του "Siq". Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν δράσεις ευαισθητοποίησης και εκπαίδευσης για να διασφαλιστεί η βιώσιμη λειτουργία της Πέτρας στο μέλλον (Goussous, 2020).

Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην επίτευξη αποδοτικών και οικονομικά αποτελεσματικών διαδικασιών κατά τις τρεις φάσεις αποκατάστασης στο πρόγραμμα "Siq Stability". Καταρχάς, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να διευκολύνει την έρευνα για βελτιωμένες και πιο αποδοτικές προτάσεις ανακατασκευής για το Γραφείο της UNESCO στην Αμμάν, το Ιταλικό Στρατηγείο Ανάπτυξης και άλλους συνεργάτες. Η τεχνητή νοημοσύνη έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη προγραμμάτων και λογισμικού που απλοποιούν αναλύσεις περιβαλλοντικών παραμέτρων και έχουν βελτιστοποιήσει τον τομέα της αρχιτεκτονικής. Σήμερα, οι συντηρητές μπορούν να επωφεληθούν από πληροφορίες και δεδομένα, όπως αξιολογήσεις υλικών καιρικές συνθήκες και θερμοκρασία, τα οποία παλιά απαιτούσαν περισσότερο χρόνο για ανάκτηση. Έτσι, οι τεχνολογίες αυτές συμβάλλουν στην ταχύτερη και πιο αποτελεσματική αναγνώριση κινδύνων κατολισθήσεων. Επίσης, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να διευκολύνει τη δημιουργία ενός εποπτικού συστήματος που παρακολουθεί την εξέλιξη των εργασιών και προειδοποιεί για τυχόν προβλήματα ή ασυνήθιστες συνθήκες. Η χρήση αυτοματοποιημένων συστημάτων είναι κρίσιμη για την αποφυγή πιθανών ατυχημάτων ή καθυστερήσεων. Τέλος, η τεχνητή νοημοσύνη ενδέχεται να συμβάλει στην ανάλυση και εκτίμηση των κινδύνων σε πραγματικό χρόνο, προκειμένου να ληφθούν άμεσα μέτρα για τη μείωσή τους (Petra National Trust, 2022).

Στη συνέχεια, η διατήρηση του Σικ συμβάλλει στην προστασία και τη διατήρηση των αρχαίων παραγόντων που σχετίζονται με τις αντικειμενικές αξίες της Πέτρας. Οι συντηρητικές πρακτικές βοηθούν στη διατήρηση των υπαρχόντων συνθηκών και την ελαχιστοποίηση της παρέμβασης στον πολιτιστικό τομέα. Το έργο της διατήρησης του Σικ είναι συνεπώς απαραίτητο για την αποκατάσταση του εθνικού ιστορικού και πολιτιστικού κληρονομήματος της Πέτρας. Από το έργο αυτό, το Σικ αποκαθίσταται σε μια νέα φάση ανάπτυξης και προστασίας, καθιστώντας το μια κοσμοπολίτικη πόλη που θα είναι πιο ευάλωτη σε φυσικά και ανθρώπινα αίτια κατολισθήσεων (Petra National Trust, 2022).

Οι μεθοδολογίες αυτές αναπτύχθηκαν για την εξέλιξη των προγραμμάτων ανακατασκευής, έχοντας ως στόχο την ενίσχυση των στρατηγικών ανάκαμψης της Πέτρας και άλλων πολιτιστικών ιστορικών τοποθεσιών. Αυτές οι προσπάθειες συμβάλλουν στη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς και την αποκατάσταση του εθνικού και πολιτιστικού κληρονομήματος της Πέτρας.

Επιπλέον, η αποτελεσματικότητα της ενσωμάτωσης της τεχνητής νοημοσύνης σε τέτοια έργα οφείλεται στη δυνατότητά της να αναγνωρίζει και να αξιολογεί σημεία ενδιαφέροντος πριν από την έναρξη του έργου αποκατάστασης. Τα drones και άλλα εργαλεία με παρόμοιες τεχνολογίες μπορούν να ενισχύσουν τη διαχείριση και τη συντήρηση, που εφαρμόζονται κατά τις τρεις φάσεις αποκατάστασης του 'Siq'. Σύμφωνα με τους Ibáñez, María-Blanca και

Delgado-Klous, η τεχνητή νοημοσύνη βελτιώνει τις δυνατότητες προσομοίωσης όλων των πραγματικών στοιχείων πριν από την ενσωμάτωσή τους στον σχεδιασμό, βελτιώνοντας το feedback, τους ήχους και την αισθητική. Με αυτόν τον τρόπο, παρέχονται προτεινόμενες λύσεις αποκατάστασης για το 'Siq' πριν από την έναρξη των δαπανών για υλικά και κατασκευή. Η συνεχής ενημέρωση κατά τη διαδικασία αποκατάστασης είναι κρίσιμη, και η τεχνητή νοημοσύνη διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στη διατήρηση των αξιών του 'Siq'.

Ο κλάδος της κατασκευής αποτελεί σημαντικό μέρος της παγκόσμιας οικονομίας, καθώς απασχολεί περίπου το 7% του εργατικού δυναμικού. Παρά τη χαμηλή τεχνολογική προοδευτικότητα του, υπάρχει εξαιρετική προοπτική για την ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στην αποκατάσταση, με δυνητική μείωση έως και 20% των δαπανών. Οι επαγγελματίες του κλάδου μπορούν να εκμεταλλευτούν υπολογιστικές αναλύσεις για την αναγνώριση θέσεων εργασίας και την αντιμετώπιση πιθανών κινδύνων, όπως κατολισθήσεις, προκειμένου να μειώσουν τις καθυστερήσεις και τους κινδύνους ασφάλειας (Goussous, 2020).

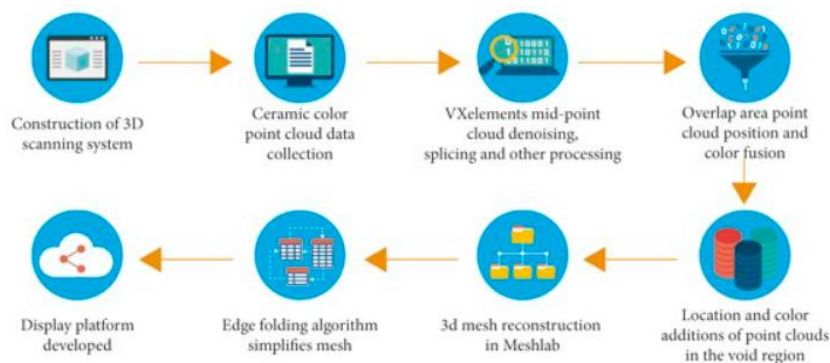
Με παρόμοιο τρόπο, η τεχνητή νοημοσύνη συμβάλλει στη βελτίωση της ασφάλειας του 'Siq' στο μέλλον. Η ενσωμάτωση καμερών ασφαλείας και έξυπνων συστημάτων κλειδώματος στοιχειοθετεί μια στρατηγική ενίσχυσης της ανίχνευσης και της εποπτείας υπό αναστήλωση ιστορικών χώρων. Αυτά τα συστήματα αυξάνουν τις πιθανότητες πρόληψης και ανίχνευσης ανωμαλιών αυτόματα, προτού ειδοποιηθούν οι υπεύθυνοι. Επιπλέον, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βελτιώσει την αποδοτικότητα της χρήσης ενέργειας μέσω της αυτόματης ρύθμισης των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, προσφέροντας ιδανικές συνθήκες μείωσης ενεργειακών απωλειών. Αυτές οι προηγμένες τεχνολογικές εφαρμογές συμβάλλουν στην αξιολόγηση της απόδοσης και της αποτελεσματικότητας των ανακαινισμένων περιοχών, ενθαρρύνοντας τη βελτιωμένη διαχείριση του 'Siq' και του περιβάλλοντός του (Goussous, 2020).

4.10 Εφαρμογές της Εικονικής Πραγματικότητας στην Αποκατάσταση Αρχαίων Κεραμικών

Η εικονική πραγματικότητα αναδεικνύεται ως αναπτυσσόμενη τεχνολογική μέθοδος, σύμφωνα με τον ορισμό της Meta, η οποία πρωτοπορεί στον χώρο. (Meta)

Αξιοποιώντας προηγμένα γραφικά και υλικό υψηλής ποιότητας, καθώς και καλλιτεχνικά δημιουργημένες εμπειρίες, η εικονική πραγματικότητα δημιουργεί υπολογιστικά προσομοιωμένα περιβάλλοντα. Η τεχνολογία αυτή, συνδυάζοντας την με ακουστικά, προορίζεται για την ευρύτερη προσβασιμότητά της στο κοινό, επιτρέποντας την ένταξή της σε διάφορα επαγγελματικά περιβάλλοντα. Τα τελευταία χρόνια, η εικονική πραγματικότητα έχει συνδυαστεί ειδικά με την αποκατάσταση αρχαίων κεραμικών λόγω των μοναδικών προκλήσεών της. Η συντήρηση των κεραμικών απαιτεί υψηλό χρονικό κόστος από εξειδικευμένους επαγγελματίες, οι οποίοι είναι ελάχιστοι (Voelker, 2023).

Για να αντιμετωπιστούν αυτά τα προβλήματα, οι συντηρητές μπορούν τώρα να εφαρμόζουν τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας για την ψηφιακή ανακατασκευή των κεραμικών. Ο εικονικός χώρος επιτρέπει την προσομοίωση της ανακατασκευής του αρχικού σχήματος πριν από την πραγματική εφαρμογή. Τα δεδομένα συλλέγονται μέσω σαρωτικού εξοπλισμού, ο οποίος απεικονίζει εικονικά κάθε κομμάτι του κεραμικού έργου. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η τεχνολογία μπορεί να παρουσιάσει αποτελεσματικά λεπτομέρειες της επιφάνειας και να προβάλλει λεπτομερή και τρισδιάστατα μοντέλα πολύπλοκων κεραμικών. Επιπλέον, έχουν αναπτυχθεί εφαρμογές για "εικονικές πλατφόρμες προβολής", οι οποίες μπορούν να ενισχύσουν την εμπειρία των επισκεπτών σε μουσειακά περιβάλλοντα, επιτρέποντάς τους να αλληλοεπιδρούν κοντά με τα κεραμικά και να παρατηρούν λεπτομέρειες όπως η υφή και τα χαρακτηριστικά τους (Voelker, 2023).



Εικόνα 4-17. Διαδικασία δημιουργίας 3D κεραμικών, 2023.

Πηγή: <https://amt-lab.org/blog/2023/11/evolving-applications-of-ai-and-vr-in-art-conservation-preservation-and-reconstruction>

4.11 Εφαρμογές στην Ανίχνευση Πλαστογραφίας Έργων Τέχνης

Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στον τομέα της ανίχνευσης πλαστογραφιών στη συντήρηση έργων τέχνης αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό εξελικτικό βήμα. Εδώ και πολλά χρόνια, ο έλεγχος της αυθεντικότητας έργων τέχνης απαιτεί εξειδικευμένο βλέμμα και εκτεταμένη εμπειρία. Λεπτομέρειες όπως οι πινελιές, το πάχος των στρώσεων του χρώματος καθώς και άλλοι σημαντικοί παράγοντες αποκαλύπτουν τη γνησιότητα του έργου στον ειδικό. Η τεχνητή νοημοσύνη, και ειδικότερα τα νευρωνικά δίκτυα, αποδεικνύονται αποτελεσματικά εργαλεία για αυτόν τον σκοπό. Ένα παράδειγμα παρέχεται από τον Steven Frank, ειδικό στον τομέα του νόμου και της εμπορικής τεχνολογίας, και κάτοχο πτυχίου στην τεχνητή νοημοσύνη. Μαζί με τη σύζυγό του, η οποία είναι συντηρήτρια έργων τέχνης, ανέλαβαν ένα έργο για τη δημιουργία ενός συστήματος τεχνητής νοημοσύνης που μπορεί να αξιολογεί την αυθεντικότητα έργων τέχνης. Προγραμματίζοντας τον αλγόριθμο με πίνακες από έργα διαφόρων καλλιτεχνών, συμπεριλαμβανομένων και έργων που ανήκουν σε μαθητές του Ρέμπραντ, κατάφεραν να εκπαιδεύσουν το πρόγραμμα να αναγνωρίζει έργα του Ρέμπραντ με ποσοστό επιτυχίας άνω του 90%. Αυτή η προσέγγιση ανοίγει νέες προοπτικές

για τον τομέα της τέχνης, συνδυάζοντας την παραδοσιακή εμπειρία με τη δυνατότητα ανάλυσης δεδομένων από την τεχνητή νοημοσύνη (Voelker, 2023).

4.12 Εφαρμογές στα Μουσεία - Εξελίξεις και Προοπτικές για τη Βελτίωση της Επισκεψιμότητας και τη Διαχείριση των Συλλογών

Μια έρευνα σχετικά με τις πρωτοβουλίες τεχνητής νοημοσύνης σε μουσεία μέσω του Διαδικτύου, παλαιότερων μελετών που παρουσιάστηκαν σε μουσειακές διασκέψεις αλλά και δεδομένα από επιστημονικά περιοδικά, αναδεικνύει 61 παραδείγματα χρήσης μεθόδων επεξεργασίας φωνής και οπτικής αναγνώρισης. Παρ' όλη τη δυσκολία στην αναζήτηση περιστατικών χρήσης της Τ.Ν. λόγω της γλώσσας που χρησιμοποιείται για να περιγράψει αυτές τις πρωτοβουλίες, παρατηρείται ότι η εφαρμογή τέτοιων τεχνολογιών έχει αναπτυχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Παραδείγματα περιλαμβάνουν τη χρήση chatbots για την αλληλεπίδραση με τους επισκέπτες, την προβλεπτική ανάλυση για την προβλεπόμενη παρουσία επισκεπτών, την ανάλυση των συναισθημάτων από τα σχόλια των επισκεπτών και άλλα πολλά. Στον τομέα των μουσείων, υπάρχουν δύο βασικές περιοχές ανάλυσης δεδομένων: διαχείριση πληροφοριών σχετικά με τις συλλογές του μουσείου και έρευνας και αξιολόγησης των επισκεπτών. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να εξετάσει, να αναλύσει και να βγάλει συμπεράσματα βασισμένα σε αυτά τα δεδομένα, ενισχύοντας έτσι την εμπειρία του επισκέπτη στο μουσείο.

Επιπλέον, τα μουσεία χρειάζεται να αιτιολογήσουν τη χρηματοδότησή τους και να επιδείξουν τον κοινωνικό και οικονομικό τους αντίκτυπο στην κοινωνία. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει στην παρουσίαση ενδείξεων όσων αφορά την αξία της μουσειακής εμπειρίας και το αντίκτυπό που έχει στον επισκέπτη (Villaespesa, 2019).



Εικόνα 4-18. Χρονοδιάγραμμα χρήσης συστημάτων AI σε μουσεία, από τις χρονολογίες 2010-2018. 2019.

Πηγή: https://www.researchgate.net/publication/333852865_AI_Visitor_Experience_and_Museum_Operations_A_Closer_Look_at_the_Possible

Όπως φαίνεται στην εικόνα, η χρήση των τεχνολογιών Τεχνητής Νοημοσύνης είναι εκτενής και, συνεπώς, η πιθανή τους εφαρμογή στα μουσεία είναι μεγάλη. Τρία πολύ σημαντικά σημεία στα οποία συμβάλλει σημαντικά είναι τα εξής:

- Computer vision: Για την ανάλυση των αρχείων των συλλογών
- Machine learning: Για την ανάλυση των δεδομένων των επισκεπτών
- Voice assistants : Για την βοήθεια που παρέχουν στους επισκέπτες

Με την τεχνολογία της όρασης των υπολογιστών, τα μουσεία μπορούν να αντλούν μοναδικά στοιχεία από τα ψηφιακά αντικείμενα με ταχύτητα που οι άνθρωποι θα απαιτούσαν πολλή ώρα για να επιτύχουν. Η εκτέλεση ενός αλγορίθμου πάνω στα δεδομένα της συλλογής μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία δεδομένων που καλύπτουν όλες τις πτυχές του αντικειμένου ή στην αναγνώριση προσώπων και αξιοθεάτων — προσφέροντας στον χρήστη έναν νέο τρόπο ανάλυσης, έρευνας και περιγραφής των συλλογών του μουσείου. Μπορούν να ανακαλυφθούν νέοι τρόποι εξερεύνησης των συλλογών μέσω της χρήσης του χρώματος, όπως στο Cooper Hewitt Museum , όπου μπορεί να γίνει έρευνα βάσει χρώματος και αποχρώσεων ενός αντικειμένου ή βάσει του χώρου και του φωτός, όπως φαίνεται στον ιστότοπο του Barnes Foundation.



Εικόνα 4-19. Ιστότοπος του Μουσείου Cooper Hewitt, όπου παρουσιάζονται αποτελέσματα εκθεμάτων με βασικό χρώμα το κόκκινο και τις αποχρώσεις του.

Πηγή: <https://www.cooperhewitt.org/?s=red>



There is **one other image** of this object. [See our image rights statement.](#)

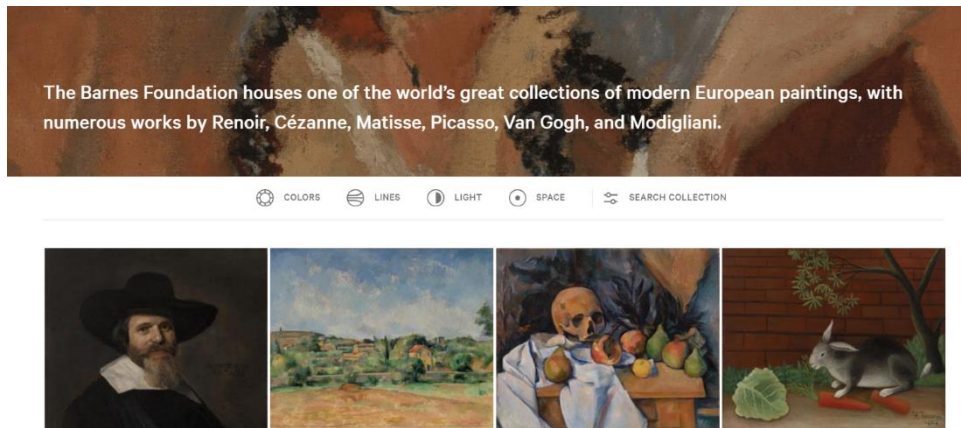
AIDS AWARENESS PIN PIN

✚ Click the icon to save this object

See more objects with the color **maroon** **firebrick** **red** **sienna** **rosybrown** or see **all the colors** for this object.

Εικόνα 4-20. Έκθεμα του Μουσείου Cooper Hewitt, AIDS AWARENESS PIN. Κάτω δεξιά στην εικόνα διακρίνεται η επιλογή έρευνας εκθεμάτων βάσει του χρώματος κόκκινου, καθώς και τον αποχρώσεων του, τα οποία χαρακτηρίζουν το έκθεμα.

Πηγή: <https://www.cooperhewitt.org/?s=red>

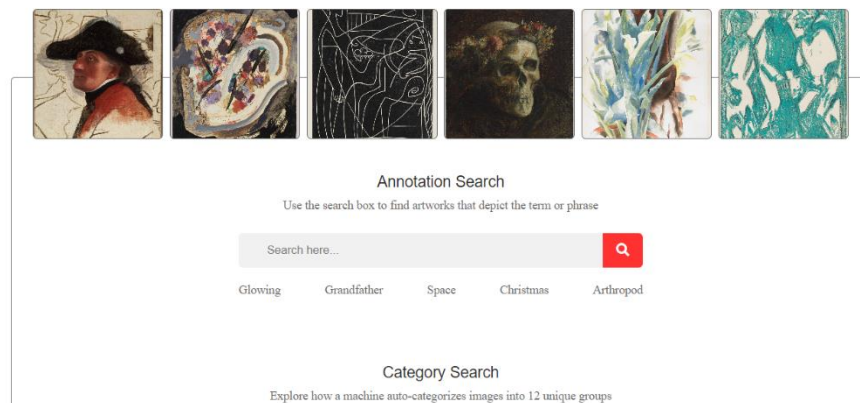


Εικόνα 4-21. Ιστότοπος του Barnes Foundation. Ο χρήστης μπορεί να κάνει αναζήτηση στον ιστότοπο για πίνακες βάσει του χρώματος, των γραμμών, του φωτισμού και του χώρου. 2024. (Barnes Foundation)

Πηγή: <https://collection.barnesfoundation.org/>

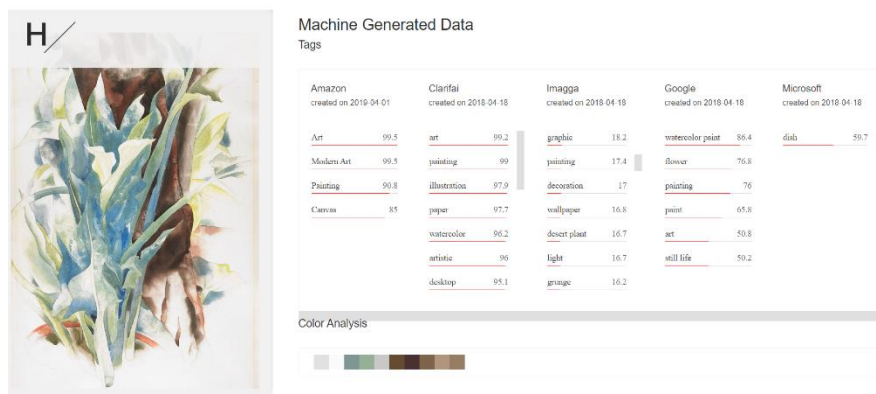
Σε ένα άλλο παράδειγμα χρήσης της T.N. για τη δημιουργία νέων τρόπων αλληλεπίδρασης με τις συλλογές, το δημόσιο API του Harvard Art Museum περιλαμβάνει δεδομένα που δημιουργήθηκαν μέσω Τεχνητής Νοημοσύνης. Το μουσείο έχει συγκεντρώσει 53.374.373 περιγραφές και ετικέτες, οι οποίες δημιουργήθηκαν εξ ολοκλήρου από T.N., και καλύπτουν 378.000 έργα. Μπορεί να πραγματοποιηθεί έρευνα βάσει προσώπων, φύλου, ηλικίας, μέχρι και συναισθήματος, κάτι το οποίο είναι αποτέλεσμα της ερμηνείας που δίνει η T.N. χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που έχει από πίνακες, αγάλματα και φωτογραφίες (Harvard Museum).

Start exploring



Εικόνα 4-22. Η σελίδα αναζήτησης του Harvard Museum. Η αναζήτηση μπορεί να γίνει μέσω πινάκων ή λέξεων. (Harvard Museum)

Πηγή: <https://ai.harvardartmuseums.org/>



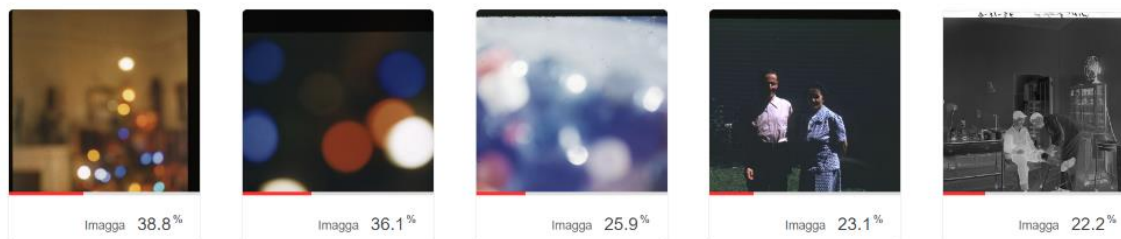
Εικόνα 4-23. Αναζήτηση στον ιστότοπο του Harvard Museum με την χρήση πίνακα. Παρουσιάζονται στατιστικά τα οποία έχουν βασιστεί σε ιστότοπους, και παρουσιάζουν την προσπάθεια της T.N. να εντάξει την εικόνα σε κάποιες βασικές κατηγορίες, όπως Art, Graphic, Painting. (Harvard Museum)

Πηγή: <https://ai.harvardartmuseums.org/>

Search results for 'Glowing'

3,371 occurrences of 'Glowing' found on 3,333 images [Show Statistics](#)

Results displayed in order of confidence determined by AI



Εικόνα 4-24. Αναζήτηση στον ιστότοπο του μουσείου, με την χρήση λέξης. Η Τ.Ν. έχει εντοπίσει στα εκθέματα τα σημεία όπου μπορεί να απεικονίζεται με εικόνα η λέξη "Glowing", και στο κάτω μέρος κάθε εικόνας παρουσιάζει πόσο της % περιλαμβάνει αυτόν τον όρο η κάθε εικόνα.

Πηγή: <https://ai.harvardartmuseums.org/>

Σε σχέση με τα μουσεία, η παραδοσιακή ανάλυση δεδομένων περιλαμβάνει την κατηγοριοποίηση του κοινού, τις προβλέψεις επισκεψιμότητας, την έρευνα αγορών και την αξιολόγηση της επισκοπικής εμπειρίας. Η τεχνητή νοημοσύνη φέρνει νέες δυνατότητες στην αντιμετώπιση αυτών των συνόλων δεδομένων και μπορεί να διευκολύνει τη συλλογή νέων δεδομένων για αυτούς τους σκοπούς. Για παράδειγμα, η εμπειρία του επισκέπτη έχει αξιολογηθεί παραδοσιακά μέσω της ερώτησης της ικανοποίησής του. Με τη βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης, η ανάλυση αναρτήσεων από κοινωνικά μέσα ή αξιολογήσεων από ιστότοπους τουρισμού μπορεί να βελτιώσει την εμπειρία του επισκέπτη. Το machine learning έχει εφαρμοστεί για την εντοπισμό προτύπων σχετικά με την επισκεψιμότητα, την πρόβλεψη μελλοντικών τάσεων και την ανάλυση των σχολίων των επισκεπτών στα κοινωνικά μέσα, αναγνωρίζοντας πιθανά μοτίβα συμπεριφοράς. Ένα παράδειγμα είναι η χρήση εξωτερικών δεδομένων για την ανακάλυψη εισαγωγών σχετικά με την εμπειρία του επισκέπτη, όπως η ανάλυση σχολίων στο TripAdvisor. Η ανάλυση συναισθημάτων από τις αξιολογήσεις αποτελεί ένα σημαντικό σημείο δεδομένων για την κατανόηση της αντίληψης του επισκέπτη, μαζί με άλλα θέματα όπως το Net Promoter Score, μια μέτρηση που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ικανοποίησης και της πιστότητας του επισκέπτη. Η ανάλυση συναισθημάτων και η ανάλυση οντοτήτων μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην εμπειρία του επισκέπτη και στην κατανόηση της αλληλεπίδρασής του με τον χώρο.

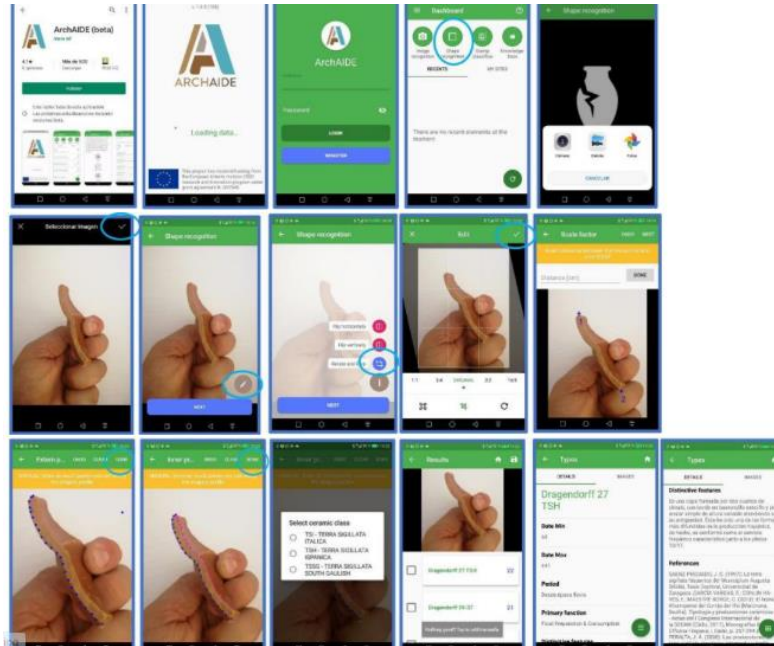
Δεν υπάρχει καλύτερη στιγμή για να γίνει επανεξέταση του ψηφιακού περιεχομένου που δημοσιεύεται από μουσεία. Το πιο σημαντικό κομμάτι που πρέπει να δοθεί η απαιτούμενη σημασία, πέραν της υιοθέτησης της υπολογιστικής όρασης, της ανάλυσης των συναισθημάτων των επισκεπτών και άλλων σχετικών προγραμμάτων, είναι η προσήλωση στη δημιουργία περιεχομένου – δηλαδή, το πώς, πού και πότε οι επισκέπτες του μουσείου χρειάζονται πληροφορίες. Αυτό περιλαμβάνει την κατανόηση των συσκευών και των σημείων επαφής όπου αυτές οι πληροφορίες είναι αναγκαίες, καθώς και των διαφόρων τρόπων αλληλεπίδρασης, όπως η φωνή, το πληκτρολόγιο και η οθόνη. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να παίξει ζωτικό ρόλο σε αυτήν τη διαδικασία, βοηθώντας στην ανάλυση των αναγκών των επισκεπτών και στη βελτιστοποίηση της ψηφιακής εμπειρίας τους.

Αυτή η προσέγγιση αναμφίβολα ενισχύει τις στρατηγικές επικοινωνίας των μουσείων, λαμβάνοντας υπόψη τις εξελίξεις στις προσδοκίες των επισκεπτών που διαμορφώνονται από αλγόριθμους προκειμένου να προσφέρονται εξατομικευμένες ψηφιακές εμπειρίες (Villaespesa, 2019).

4.13 Το έργο ArchAIDE

Το έργο ArchAIDE ήταν ένα ευρωπαϊκό πρόγραμμα που διήρκησε τρία χρόνια (Ιούνιος 2016 – Μάιος 2019) και συντονίστηκε από το Τμήμα Πολιτισμού και Μορφών Γνώσεως του Πανεπιστημίου της Πίζας. Συμμετείχαν ερευνητικά ιδρύματα και μικρομεσαίες επιχειρήσεις από πέντε χώρες: Ιταλία, Ισπανία, Ηνωμένο Βασίλειο, Γερμανία και Ισραήλ. Στόχος του ArchAIDE ήταν να υποστηρίξει τους αρχαιολόγους στην ακριβέστερη ταξινόμηση και ερμηνεία των κεραμικών, παρέχοντας καινοτόμα εργαλεία βασισμένα σε τεχνολογίες για την αυτόματη αναγνώρισή τους. Η ανάπτυξη της πλατφόρμας λογισμικού προοριζόταν για χρήση σε κινητές συσκευές, όπως τα tablet και τα smartphones, καθώς και σε υπολογιστές. Η ταξινόμηση των κεραμικών έχει κρίσιμη σημασία για την κατανόηση και τη χρονολόγηση των αρχαιολογικών ευρημάτων, αλλά και για την κατανόηση των παραγωγικών διαδικασιών και των εμπορικών ροών στις συγκεκριμένες περιοχές της εποχής. Η ψηφιακή αυτοματοποίηση αυτής της διαδικασίας μπορεί να μειώσει τον χρόνο και το κόστος των αρχαιολογικών ερευνών, ενισχύοντας την πρόσβαση στη ψηφιακή πολιτιστική κληρονομιά με βιώσιμο τρόπο και επιτρέποντας μια βαθύτερη κατανόηση των αρχαιολογικών ευρημάτων. Επιπλέον, το έργο αυτό έχει σχεδιαστεί για να παρέχει εργαλεία και υπηρεσίες που βελτιώνουν τους ήδη υπάρχοντες ψηφιακούς αρχαιολογικούς πόρους, δίνοντας τη δυνατότητα δημοσίευσης των αποτελεσμάτων της ταξινόμησης ως ανοιχτά δεδομένα. Αυτό βελτιώνει την ανάλυση και την απεικόνιση δεδομένων, διευκολύνοντας την αρχαιολογική ερμηνεία.

Για την αναγνώριση των ομοιοτήτων μεταξύ των κεραμικών, είναι απαραίτητο να διατηρούνται σταθερές οι συνθήκες των ευρημάτων κατά τη φωτογράφιση και την ανάλυση, καθώς και τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των κεραμικών. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω αλγορίθμων βαθιάς μάθησης, οι οποίοι αναλύουν το σχήμα και τη διακόσμηση των κεραμικών. Η ομοιότητα βασισμένη στην εμφάνιση επιτυγχάνεται μέσω ενός νευρωνικού δικτύου (CNN).



Εικόνα 4-25. Η εφαρμογή ArchAIDE και τρόποι λειτουργίας της.

Πηγή: https://www.mappalab.eu/wp-content/uploads/2020/03/ArchAIDE_Internet_Archaeology.pdf

4.13.1 Εύρεση Κεραμικών Μέσω της Πλατφόρμας ArchAIDE

Τα βασικά χαρακτηριστικά που επιλέχθηκαν για τον καθορισμό ενός κεραμικού είναι επτά και περιλαμβάνουν: το εξωτερικό προφίλ του, το εσωτερικό σχήμα του, το εσωτερικό των υποδοχών του, τη διατομή των υποδοχών του, το μέγιστο ύψος του (σημείο χείλους) και το μέγιστο σημείο της βάσης του. Αυτά τα χαρακτηριστικά έχουν συνδεθεί σαν μέτρο σύγκρισης για να μπορούν να συγκριθούν στην πραγματικότητα. Για την ενοποίηση της ποικιλίας των διαφορετικών καταλόγων, αποφασίστηκε να δημιουργηθούν δύο στοιχεία στη βάση δεδομένων:

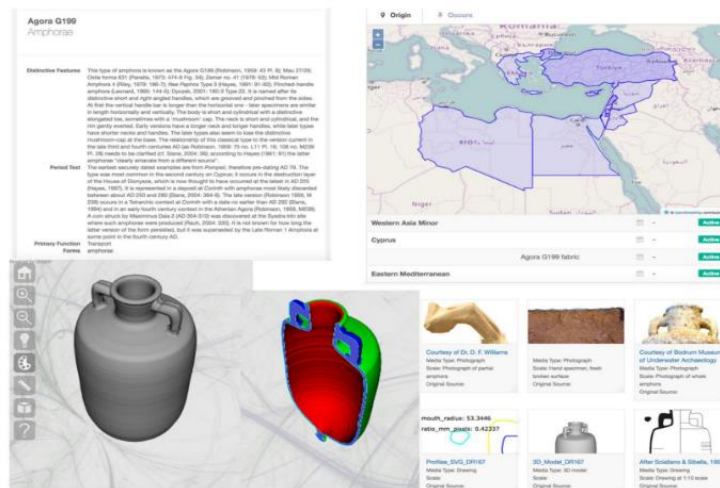
- Η Βάση Δεδομένων Αναφοράς περιλαμβάνει όλα τα δεδομένα που αφορούν τους ορισμούς των τύπων κεραμικών, τις διακοσμήσεις, τις σφραγίδες και τα υλικά, καθώς και αυτά που είναι απαραίτητα για την ανάλυση των θραυσμάτων. Τα βασικά δεδομένα της είναι:
 - Ο τύπος του κεραμικού, που περιέχει τις περιγραφές των επιμέρους τύπων (μορφών) που χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση των θραυσμάτων, μαζί με πληροφορίες για τους τόπους παραγωγής και ανεύρεσης, συνημμένες εικόνες, βιβλιογραφικές αναφορές κ.λπ.
 - Η διακόσμηση του κεραμικού, που περιλαμβάνει τις περιγραφές των διακοσμητικών τύπων, με πληροφορίες για τα χρώματα, τη χρονολόγηση, τους τόπους παραγωγής και ανεύρεσης, καθώς και συνημμένες εικόνες και βιβλιογραφικές αναφορές.

- Οι σφραγίδες του κεραμικού, που περιέχουν τις περιγραφές των σφραγίδων/μαρκών με τις οποίες οι αγγειοπλάστες υπέγραψαν τα προϊόντα τους, καθώς και περιγραφικές πληροφορίες και αρχεία πολυμέσων.
- Η Βάση Δεδομένων Αποτελεσμάτων περιλαμβάνει δεδομένα για τα θραύσματα που συλλέγονται στο πεδίο.

4.13.2. Αναγνώριση και Ταξινόμηση Κεραμικών μέσω Deep Learning, μέσω της Πλατφόρμας ArchAIDE

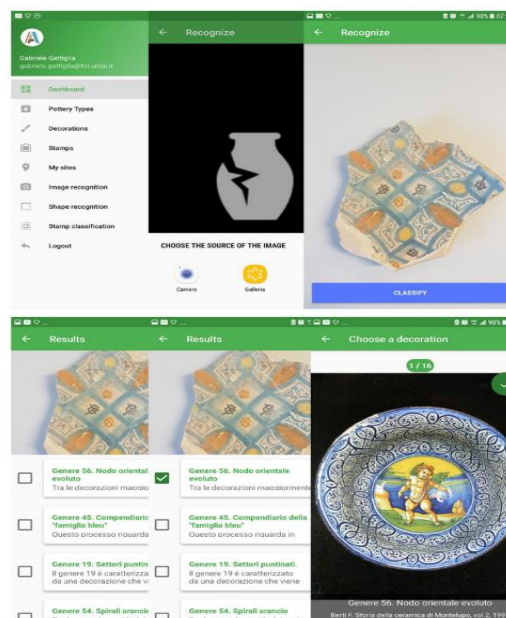
Η σελίδα της βάσης δεδομένων για κάθε είδος κεραμικής περιλαμβάνει: περιγραφικό κείμενο, πληροφορίες για τις τοποθεσίες/περιοχές ανεύρεσης, εικόνες, SVG (Scalable Vector Graphics - μορφή διανυσματικής εικόνας που βασίζεται σε XML για τον ορισμό δισδιάστατων γραφικών) του σχήματος της κεραμικής και πλοήγηση μέσω της πλατφόρμας 3DHOP για το τρισδιάστατο μοντέλο του σχήματος. Για την εκπαίδευση του συστήματος απαιτείται σωστός ορισμός της ταξινόμησης και πολύ μεγάλα σύνολα εκπαίδευσης μέσω της Deep Learning που χρησιμοποιεί η πλατφόρμα. Για να αντιμετωπιστεί η έλλειψη δεδομένων για την αναγνώριση βάσει σχήματος, επιλέχθηκε να "θρυμματιστούν" τα τρισδιάστατα μοντέλα ώστε να δημιουργηθεί ένα αρκετά μεγάλο σύνολο δεδομένων για εκπαίδευση και δοκιμή, με σκοπό την επίτευξη της βέλτιστης ακρίβειας του συστήματος. Στην ταξινόμηση βάσει σχήματος, υπάρχουν αρχεία SVG που περιλαμβάνουν τα χαρακτηριστικά τόσο των τύπων των κεραμικών όσο και των θραυσμάτων.

Η ταξινόμηση ενός σχήματος μπορεί να είναι δύσκολη λόγω του τεράστιου αριθμού συνδυασμών που μπορεί να υπάρξουν μεταξύ δύο σχημάτων, καθώς και των μέτρων ομοιότητας που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Για να αυξηθεί ο αριθμός των παραδειγμάτων για την ταξινόμηση των διακοσμήσεων κεραμικών, επιλέχθηκε μια υβριδική λύση: δημιουργήθηκαν πολλαπλές εικόνες από το καθένα, χρησιμοποιώντας αποκοπές, κλίμακες και ανατροπές, και δόθηκαν σε ένα προ-εκπαιδευμένο νευρωνικό δίκτυο για την ταξινόμηση εικόνων εκτός της αρχαιολογικής σφαίρας στην οποία αρχικά ανήκαν. Όλα τα παραπάνω προέρχονται από το έργο ArchAIDE κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους εργασίας. Στη συνέχεια, το αυτόματο σύστημα αναγνώρισης θα εφαρμοστεί και θα δοκιμαστεί σε κινητές συσκευές και πλατφόρμες.



Εικόνα 4-26. Πληροφορίες που παρουσιάζει η εφαρμογή - γραπτό κείμενο με γενικές πληροφορίες για το αντικείμενο, η περιοχή όπου βρέθηκε το αντικείμενο, 3D απεικόνιση του αντικειμένου, πηγές για έρευνα μέσω του 3DHOP. 2020
 Πηγή: https://www.researchgate.net/publication/343664734_The_Computerization_of_Archaeology_Survey_on_Artificial_Intelligence_Techniques

Το 2018, προστέθηκε στην εφαρμογή ArchAIDE η λειτουργία αναγνώρισης βάσει εμφάνισης για να δοκιμαστεί από ερευνητές στον τομέα και όλες οι αναγνωρίσεις που θα πραγματοποιηθούν θα προστεθούν στη βάση δεδομένων και θα κοινοποιηθούν. Αυτές θα συνδυαστούν με πληροφορίες για την πολιτιστική κληρονομιά από διάφορες πηγές και θα είναι διαθέσιμες για προβολή, συμβάλλοντας σημαντικά στην πρόοδο της επιστήμης και στην προσβασιμότητα τόσο για επαγγελματίες όσο και για μη επαγγελματίες χρήστες.



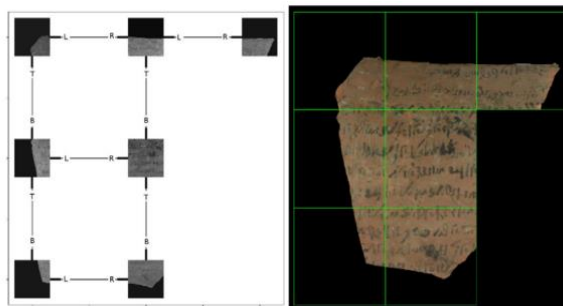
Εικόνα 4-27. Στιγμιότυπα της εφαρμογής ArchAIDE. Αφού ανεβάσει ο χρήστης μια φωτογραφία με κεραμικό στην πλατφόρμα για να αναγνωριστεί από την εφαρμογή, η εφαρμογή χρησιμοποιεί την επιλογή “Classify” για να ταξινομήσει το κεραμικό. Επίσης, προτείνει 5 πιθανά αποτελέσματα κεραμικών, με τα οποία μοιάζει περισσότερο το κεραμικό του χρήστη, δίνοντας του έτσι την δυνατότητα να τα συγκρίνει μόνος του και να επιλέξει αυτό που πιστεύει ότι μοιάζει περισσότερο στο αρχικό κεραμικό. 2020.

Πηγή: https://www.researchgate.net/publication/343664734_The_Computerization_of_Archaeology_Survey_on_Artificial_Intelligence_Techniques

4.13. 3. Σύζευξη και Ανακατασκευή Οστράκων με Νευρωνικά Δίκτυα

Η μελέτη ξεκίνησε με ένα σύνολο δεδομένων που απαρτίζεται από όστρακα με δημοτικές επιγραφές, αρχικά γραμμένες σε κατεστραμμένα κεραμικά κομμάτια. Δεδομένου ότι τα κομμάτια είναι κυρίως επίπεδα, η έρευνα επικεντρώθηκε στην ανάλυση του χαραγμένου περιεχομένου τους, με την προσέγγιση τους ως "έγγραφα". Η ανακατασκευή εικόνων από διάφορα κομμάτια χρησιμοποιήθηκε σε διάφορα πλαίσια, όπως η αυτόματη επίλυση παζλ. Μόνο τα τελευταία χρόνια, αναπτύχθηκαν τεχνικές ομαδοποίησης για να ομαδοποιηθούν κομμάτια του ίδιου τύπου και να ανακτηθεί η εικόνα, διατάσσοντας τα κομμάτια που αναγνωρίστηκαν προηγουμένως. Για την αναγνώριση των παρόμοιων ζευγαριών κομματιών, χρησιμοποιήθηκε ένα δίκτυο Siamese, το οποίο εκπαιδεύεται να διακρίνει παρόμοια ζευγάρια από διαφορετικά κομμάτια.

Τα κεραμικά όστρακα εμφανίζουν μικρές παραλλαγές στο χρώμα και στις επιγραφές τους. Προτού εστιαστεί η προσοχή στη συνολική συναρμολόγησή τους, έγινε αναζήτηση για ομοιότητες μεταξύ των κομματιών. Το αρχικό σύνολο δεδομένων αποτελείται από εικόνες RGB υψηλής ανάλυσης (μεγαλύτερες από 3000×2000 px) από 30 μεγάλα κομμάτια, τα οποία διατέθηκαν σε μη-επικαλυπτόμενα κομμάτια των 400×400 px. Για να περιοριστούν οι υπολογισμοί στις τέσσερις περιοχές "σύνδεσης" κάθε κομματιού και να εξοικονομηθεί η μνήμη του δικτύου, εφαρμόστηκαν επίπεδα "Crop" που κόβουν 10 px από τις τέσσερις άκρες της εικόνας. Επιπλέον, το επίπεδο "Αφαίρεση" δημιούργησε διαφορετικούς χάρτες από αφαιρέσεις χαρακτηριστικών, με την απόλυτη τιμή αυτών των αφαιρέσεων να περνά στο επόμενο επίπεδο. Το δίκτυο ολοκληρώνεται με ένα πυκνό επίπεδο με ενεργοποίηση softmax για τον υπολογισμό της τελικής εξόδου. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας τις εφαρμογές Tensorflow και Keras. Η Tensorflow διευκολύνει την δημιουργία machine learning, και η Keras εστιάζει στην ταχύτητα εντοπισμού σφάλματος, στην συνοπτικότητα του κώδικα, αλλά και στην καλύτερη ανάγνωση του κώδικα από τον χρήστη. Το δίκτυο επέτυχε ακρίβεια 81% σε ένα μικρό σύνολο δεδομένων (900 κομμάτια) και 96% χρησιμοποιώντας ένα μεγαλύτερο σύνολο δεδομένων (7000 κομμάτια). Το δεύτερο μέρος του έργου αποσκοπεί στη γενική ανακατασκευή των κεραμικών, με την προτεινόμενη μέθοδο να βασίζεται στη δημιουργία ολοκληρωμένων προτάσεων, όπου τα κομμάτια που περιλαμβάνουν λέξεις λειτουργούν ως κόμβοι που συνδέονται με έως και τέσσερα "γειτονικά" κομμάτια (ένα ανά πλευρά).



Εικόνα 4-28. Παραδείγματα οστράκων με χρήση κλίμακας. 2020.

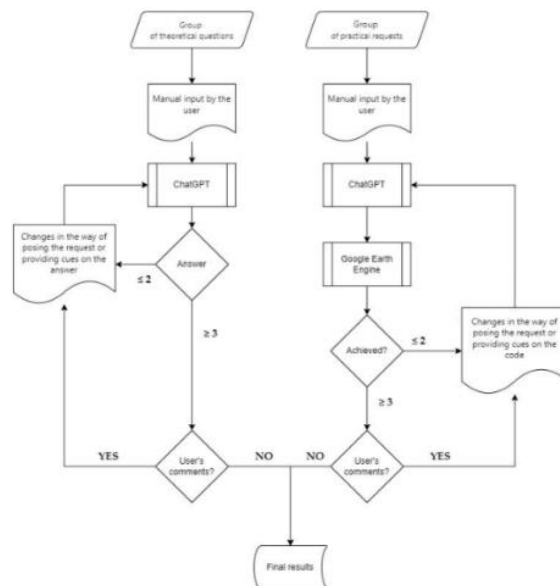
Πηγή: https://www.researchgate.net/publication/343664734_The_Computerization_of_Archaeology_Survey_on_Artificial_Intelligence_Techniques

Η εφαρμογή παρέχει διάφορες επιλογές ανακατασκευής και, ενίοτε, εισάγει ακόμα και κομμάτια που απουσιάζουν. Είναι στη συνέχεια στη διακριτική κρίση του ερευνητή να αποφασίσει ποιες από αυτές είναι οι πιο ρεαλιστικές. Το πρόβλημα αυτό οφείλεται στην έλλειψη ποικιλίας στην υφή των κεραμικών. Αντίθετα, τα χαρακτηριστικά των κομμένων κομματιών, οι λεκέδες και οι γρατσουνιές στην επιφάνεια συνδράμουν στην ανακατασκευή. Στο μέλλον, θα γίνουν προσπάθειες για τη μείωση των λανθασμένων ευθυγραμμίσεων και τη δημιουργία ενός διαδραστικού περιβάλλοντος που θα επιτρέπει στους αρχαιολόγους να επιλέγουν χειροκίνητα την καλύτερη πρόταση ανακατασκευής.

4.14 Η Χρήση του ChatGPT-3.5 στο Remote Sensing για την Αρχαιολογική Έρευνα.

Υπήρξε μια μελέτη που είχε ως στόχο να διερευνήσει πώς η χρήση ενός μοντέλου τεχνητής νοημοσύνης, του ChatGPT-3.5, μπορεί να συμβάλει στον τομέα της αρχαιολογικής έρευνας μέσω της απομακρυσμένης ανίχνευσης (remote sensing, RS). Το ChatGPT-3.5 επιλέχθηκε λόγω της διαθεσιμότητάς του ως δωρεάν πλατφόρμα. Η μελέτη αξιολόγησε τις δυνατότητες του μοντέλου σε διάφορες πτυχές της εφαρμογής, όπως η παροχή απαντήσεων σε γενικές και συγκεκριμένες ερωτήσεις που αφορούν την αρχαιολογική έρευνα, η αναγνώριση και αναφορά των πηγών για τις πληροφορίες που χρησιμοποιείται, η πρόταση κατάλληλων εργαλείων με βάση το επιθυμητό αποτέλεσμα του χρήστη, η υποστήριξη των χρηστών στην εκτέλεση βασικών και προηγμένων λειτουργιών στην απομακρυσμένη ανίχνευση για την αρχαιολογία (Remote Sensing Archaeology, RSA). Επιπλέον, αναλύθηκαν οι δεξιότητες και η γλωσσική επάρκεια που απαιτούνται από τους χρήστες για την αποτελεσματική χρήση του μοντέλου. Η μελέτη περιλάμβανε επίσης τη δημιουργία κώδικα JavaScript για την αλληλεπίδραση με το εργαλείο Google Earth Engine, το οποίο είναι επίσης διαθέσιμο δωρεάν, και κατάφερε έτσι να αποσαφηνίσει τον αντίκτυπο του ChatGPT-3.5 σε διαφορετικά επίπεδα, αναλύοντας πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην αρχαιολογική έρευνα (Abate et al., 2023).

Η έρευνα ακολούθησε το παρακάτω χρονοδιάγραμμα:



Εικόνα 4-29. Χρονοδιάγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για την έρευνα. 2023.

Πηγή: <https://www.mdpi.com/2571-9408/6/12/402>

Το ChatGPT (Generative Pre-trained Transformer) είναι ένα μοντέλο μετασχηματισμού κειμένου (Natural Language Processing - NLP) που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη και χρησιμοποιείται για την επεξεργασία φυσικής γλώσσας. Κατανοεί το κείμενο που έχει εισαχθεί και παράγει έξοδο βασισμένη σε αυτό που έχει κατανοήσει. Δημιουργήθηκε από την OpenAI με στόχο την ανάπτυξη μιας ασφαλούς, εύκολης στη χρήση και προσβάσιμης τεχνητής νοημοσύνης για όλους. Από το 2018, η OpenAI κυκλοφόρησε τις εκδόσεις GPT-1, GPT-2 και GPT-3. Η εκπαίδευση του ChatGPT-3.5 σταμάτησε το 2021, και επιβλήθηκαν περιορισμοί στις απαντήσεις και τη γλώσσα που χρησιμοποιεί.

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή είναι τα ακόλουθα:

- Δημιουργία Κειμένου: Μπορεί να δημιουργήσει απαντήσεις και κείμενα με συνοχή και θέμα, βασισμένο σε δεδομένες ερωτήσεις ή οδηγίες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να απαντήσει σε συγκεκριμένες ερωτήσεις, να παρέχει εξηγήσεις, να δημιουργήσει δημιουργικό περιεχόμενο ή ακόμα και να αναλάβει το ρόλο ενός εικονικού χαρακτήρα σε μια αλληλεπίδραση με τον συνομιλητή του.
- Μεταφράσεις: Μέσω του API (Application Programming Interface) μετάφρασης του ChatGPT, μπορούμε να μεταφράσουμε κείμενο από μία γλώσσα σε μία άλλη. Αυτό μπορεί να είναι χρήσιμο για την υποστήριξη πολύγλωσσης επικοινωνίας και την κατανόηση μεταξύ ανθρώπων που μιλούν διαφορετικές γλώσσες.
- Σύνθεση Ομιλίας: Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παράγει προφορική ομιλία.

- Έρευνα και Δημιουργία Περιεχομένου: Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να κάνει έρευνα σε συγκεκριμένα θέματα και να παράγει περιεχόμενο βασισμένο στα αποτελέσματα που έχει δημιουργήσει.
- Διαδραστική Βοήθεια: Τα APIs του ChatGPT επιτρέπουν τη δημιουργία διαδραστικών εφαρμογών που επικοινωνούν με τους χρήστες και ανταποκρίνονται στις ερωτήσεις τους. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη chatbots, εικονικών βοηθών ή διαδραστικών εργαλείων υποστήριξης.

Η έρευνα συνεχίστηκε αξιολογώντας την ικανότητα της εφαρμογής σε τρία επίπεδα ανάλυσης, προκειμένου να διερευνηθεί πώς μπορεί να βοηθήσει τις αρχαιολογικές έρευνες μέσω ερωτήσεων και απαντήσεων:

- Εύκολο Επίπεδο (Entry Level): Οι ερωτήσεις επικεντρώθηκαν στη γενική χρήση της εφαρμογής στην αρχαιολογία, με στόχο να αξιολογηθεί η αξιοπιστία της μεθοδολογίας και η χρησιμότητα της τεχνητής νοημοσύνης για την κατάρτιση των ερευνητών.
- Μεσαίο Επίπεδο (Medium Level): Οι ερωτήσεις αφορούσαν θεωρητικά και πρακτικά θέματα, με στόχο τη δημιουργία κώδικα για απλές λειτουργίες, όπως η χρήση δορυφορικών δεδομένων για μελέτες αρχαιολογίας.
- Προχωρημένο Επίπεδο (Advanced Level): Σε αυτό το επίπεδο πιο τεχνικό και πρακτικό, ζητήθηκε από το ChatGPT να αναπαράγει μια μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε σε άλλες μελέτες αρχαιολογίας. Όλες οι λειτουργίες εκτελέστηκαν με σκοπό να αποδειχθεί η χρησιμότητά του στη δημιουργία πολύπλοκων ροών εργασίας.

Αυτή η μελέτη ενισχύει την κατανόησή μας για το πώς η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να ενισχύσει και να επεκτείνει την αρχαιολογική έρευνα μέσω προηγμένων τεχνολογιών.

Στο Entry Level το σύστημα μπόρεσε να απαντήσει στις ερωτήσεις που έθεσαν, αν και έκανε μερικά λάθη. Στις γενικές ερωτήσεις σχετικά με τη θεωρία, το ChatGPT-3.5 παρείχε αποδεκτές απαντήσεις, ιδίως για φοιτητές, ερευνητές και επιστήμονες που θέλουν να προσεγγίσουν το θέμα. Μπορεί να δημιουργήσει ένα πιστό, δομημένο κείμενο που θα μπορούσε εύκολα να χρησιμοποιηθεί ως βάση για την ανάπτυξη περαιτέρω έρευνας. Σε ορισμένα ερωτήματα, το σύστημα ανέφερε σωστά μια μελέτη που πραγματοποίησε ο S. H. Parcak, αλλά παρείχε λανθασμένο έτος δημοσίευσης. Επίσης, αναφέρθηκε λανθασμένα σε έργα των dr. R. Lasaponara και N. Masini, παραθέτοντας πιθανολογικούς αλλά όχι ακριβείς τίτλους, παρότι πολύ κοντά στους πραγματικούς. Επιπλέον, πρόσθεσε τη δική του ερμηνεία σε ορισμένες αρχαιολογικές έρευνες. Τα αποτελέσματα από ένα δείγμα 100 κειμένων, που δημιουργήθηκαν από την τεχνητή νοημοσύνη, έδειξαν ένα ποσοστό 99% νέων κειμένων ή κειμένων παρόμοιων με πραγματικά, αλλά όχι σωστών. Μόνο σε μία περίπτωση αναγνώρισε σωστά ένα κείμενο. Αυτό αποδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο το GPT επαναδιατυπώνει συγγραφείς, τίτλους, έτη και κείμενα, δημιουργώντας πιθανές αλλά όχι ακριβείς αναφορές. Σχετικά με το έτος 2020, το GPT δεν παρείχε καμία πληροφορία, προτείνοντας στον αιτούντα να ανατρέξει στο Google Scholar και άλλες επιστημονικές πηγές για πληροφορίες.

Στο Medium Level, το ChatGPT-3.5 απέδειξε ότι μπορεί:

1. να παρέχει γενικές πληροφορίες για το λογισμικό που χρησιμοποιείται για την αρχαιολογία
2. να δείχνει τον απαιτούμενο κώδικα σε πλατφόρμα για αντιγραφή και επικόλληση απευθείας στις διεπαφές R, RStudio, Python και GEE
3. Να δημιουργεί πίνακες από το μηδέν με τα απαιτούμενα δεδομένα
4. Να αναπτύσσει απλούς κώδικες όπως αυτοί που σχετίζονται με την επιλογή συνόλου δεδομένων ή την επιλογή περιοχών ενδιαφέροντος
5. Να δημιουργεί λειτουργίες για τη δημιουργία δεικτών βλάστησης
6. Να εμφανίζει τα παραγόμενα δεδομένα στην οθόνη, όπως πραγματική οπτική απεικόνιση χρώματος, ψευδοχρώματα υπέρυθρων, δείκτες κλίμακας του γκρι και εκτύπωση γραφικών δεικτών φάσματος Γενικά, ελάχιστα σημαντικά σφάλματα βρέθηκαν, αλλά γενικά, το σύστημα ανταποκρίθηκε σε όλα τα αιτήματα.

Τέλος, στο Advanced Level, το σύστημα μπόρεσε να δημιουργήσει πολύπλοκους κώδικες, σε ορισμένες περιπτώσεις κάνοντας λάθη και αναγκάζοντας τον χρήστη να επέμβει. Το ChatGPT-3.5 απέδειξε ότι μπορεί να ανταποκριθεί και να δημιουργήσει κώδικες, είτε από υπάρχοντες κώδικες είτε με βάση τα αιτήματα του χρήστη, και έτσι να δημιουργήσει κώδικες από το μηδέν. Παρόλα αυτά, υπήρξαν πολλά λάθη που έκανε, κυρίως όσον αφορούσε τα πιο πολύπλοκα και/ή ασαφή αιτήματα του χρήστη. Στις περισσότερες περιπτώσεις, τα λάθη αντιμετωπίστηκαν είτε μετά από 2-3 αιτήματα, αλλάζοντας έτσι τον τρόπο που ζητήθηκε η πληροφορία, είτε επαναφέροντας τη συνομιλία.

Το σύστημα έχει αποδείξει ότι:

7. Μπορεί να παρέχει γενικές πληροφορίες για τη θεωρία της αρχαιολογίας ή για τοποθεσίες, πόλεις και αντικείμενα αρχαιολογικού ενδιαφέροντος, παρότι σε μερικές περιπτώσεις έκανε λάθη και ανακρίβειες
8. Μπορεί να κατανοεί, να δημιουργεί και να επεξεργάζεται γρήγορα και αποτελεσματικά πολύπλοκους κώδικες JavaScript στο κείμενο του χρήστη, τις οποίες πληροφορίες αποκτά από μεθοδολογίες που περιγράφονται σε επιστημονικά άρθρα.
9. να δημιουργεί γρήγορα κώδικες σε προχωρημένο επίπεδο και για πολύπλοκες λειτουργίες

Παρόλο που η χρησιμότητα του GPT έχει αποδειχθεί, υπάρχουν ορισμένα σημαντικά σημεία προς επισήμανση ως προειδοποίηση για τους χρήστες, έτσι ώστε να είναι προσεκτικοί. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι, ειδικά στα entry και medium level, το ChatGPT μπορεί να αποτελέσει ένα επικίνδυνο εργαλείο. Πράγματι, πολλές από τις θεωρητικές ή αναφορικές απαντήσεις έλαβαν λανθασμένες απαντήσεις από το σύστημα, παρόλο που παρουσιάστηκαν στον χρήστη ως αληθείς ή σωστές. Αυτό το πρόβλημα μπορεί να εξαρτάται από δύο παράγοντες που αποτελούν κίνδυνο για τον χρήστη σε περίπτωση λανθασμένων πληροφοριών:

10. Την τάση του GPT να απαντά πάντα, και σπάνια να αποδέχεται το ότι δεν έχει απάντηση
11. Τα σύνολα δεδομένων εκπαίδευσης της τεχνητής νοημοσύνης, που μπορεί να περιέχουν ασαφείς ή λανθασμένες πληροφορίες.

4.15 Περίληψη Άρθρου μέσω του Co – Pilot GPT-4

Ένα ακόμα σημαντικό και ενδιαφέρον εργαλείο, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από έναν προγραμματιστή και έχει ενσωματωθεί στην αναζήτηση της Microsoft μέσω του προγράμματος Bing, είναι το Co-Pilot GPT-4. Με το Co-Pilot, ο χρήστης μπορεί να εισάγει οποιονδήποτε τίτλο άρθρου επιθυμεί στην αναζήτηση και να λαμβάνει αυτόματα τη σύνοψη του κειμένου που δημιουργήθηκε από την τεχνητή νοημοσύνη της εφαρμογής. Το Co-Pilot αντιπροσωπεύει ένα εργαλείο ανάπτυξης λογισμικού που βασίζεται στην τεχνολογία της τεχνητής νοημοσύνης, και ειδικότερα στο μοντέλο GPT-4. Όπως και το GPT-3, το GPT-4 αποτελεί μια βελτιωμένη έκδοση του μοντέλου της OpenAI. Το Co-Pilot χρησιμοποιεί το GPT-4 για να παρέχει προτάσεις κώδικα και υποστήριξη σε προγραμματιστές κατά τη διάρκεια της δημιουργίας λογισμικού. Το Co-Pilot λειτουργεί ως ένα εργαλείο συνεργασίας με τον χρήστη, παρέχοντας προτάσεις και καθοδήγηση καθώς ο προγραμματιστής πληκτρολογεί τον κώδικα. Μπορεί να βοηθήσει στη συμπλήρωση κώδικα, στην παροχή προτάσεων για βελτιώσεις του κώδικα και στην παροχή πληροφοριών σχετικά με διάφορες πτυχές του προγραμματισμού. Ωστόσο, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι, όπως και με άλλες εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης, η ακρίβεια και η καταλληλότητα των προτάσεων του Co-Pilot μπορεί να διαφέρει ανάλογα με το περιβάλλον και την πολυπλοκότητα του κώδικα.

5. Προβλήματα που δεν έχουν αντιμετωπιστεί και προτάσεις για βελτίωση

5.1 Ηθική και Προστασία Προσωπικών Δεδομένων

Στο πλαίσιο των δυνατοτήτων της τεχνητής νοημοσύνης στον πολιτιστικό τομέα και έχοντας εξετάσει τα βασικά ζητήματα της ηθικής που συνδέονται με αυτήν, είναι σημαντικό να επικεντρωθούμε σε δύο ζωτικά θέματα, από τα οποία ενδέχεται να προκύψουν σημαντικές προκλήσεις σε περίπτωση απουσίας αναγκαίου νομικού πλαισίου (Andrés, Gómez, Reviriego, Lombard, 2022).

Αρχικά, η T.N. μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιτρέψει την πρόσβαση σε πολιτιστικά μνημεία μέσω εικονικών περιηγήσεων και εργαλείων εικονικής πραγματικότητας, προσφέροντας έτσι πρόσβαση σε αρκετά μνημεία και ιστορικούς χώρους σε άτομα που δεν μπορούν να τα επισκεφθούν φυσικά. Επιπλέον, μέσω της εικονικής πραγματικότητας, μπορεί να αναβιώσει την εμπειρία σημαντικών ιστορικών γεγονότων. Σε αυτήν την έννοια, η T.N. συμβάλλει στην ποιότητα ζωής, ενισχύοντας τη γνώση της κοινής μας ιστορίας και ευαισθητοποιώντας τις νεότερες γενιές (Andrés, Gómez, Reviriego, Lombard, 2022).

Ωστόσο, πέραν της πρόκλησης του τεράστιου φόρτου εργασίας για την αποτελεσματική εφαρμογή λόγω της μεγάλης ποικιλίας πολιτιστικών στοιχείων παγκοσμίως, πρέπει να δοθεί έμφαση στον κίνδυνο που προκύπτει σχετικά με την προστασία δεδομένων. Ειδικότερα, κατά τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης και εργαλείων εικονικής πραγματικότητας για να διευκολύνει τις "επισκέψεις" σε πολιτιστικούς χώρους, παράγεται μεγάλος όγκος δεδομένων, με τη συνακόλουθη ανάγκη προστασίας τους (Andrés, Gómez, Reviriego, Lombard, 2022).

Παράλληλα, άλλοι κίνδυνοι που ανακύπτουν από τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης συνδέονται με την προστασία των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας των ατόμων που αλληλοεπιδρούν με αυτά τα συστήματα. Η τεχνητή νοημοσύνη σχεδιάστηκε να λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο με τον ανθρώπινο εγκέφαλο, αλλά παράλληλα να βελτιώνει συνεχώς το σύστημά της μέσω της λειτουργίας των αλγορίθμων. Επομένως, οι αρχικοί δημιουργοί λογισμικού ενδέχεται να χάσουν τα δικαιώματά τους στα συστήματα και το λογισμικό που εργάστηκαν να αναπτύξουν. Είναι ζωτικής σημασίας να ρυθμιστούν αποτελεσματικά αυτά τα θέματα για να επιλυθούν κατάλληλα όταν προκύψουν (Andrés, Gómez, Reviriego, Lombard, 2022).

Ένα πολύ σημαντικό βήμα για την καλύτερη δυνατή εξέλιξη της T.N. και της σχέσης της με την συντήρηση αρχαιοτήτων και έργων τέχνης θα ήταν η δημιουργία εφαρμογής που βασίζεται σε τεχνικές συμπλήρωσης κενών σε πίνακες, όπως είναι η τεχνική *rigatino*. Αυτή η τεχνική περιλαμβάνει την εφαρμογή πολύ λεπτών, κατακόρυφων, παράλληλων γραμμών από διάφορα χρώματα, πολύ κοντά μεταξύ τους, τις οποίες δεν μπορεί να διακρίνει με γυμνό μάτι ο θεατής από μια συγκεκριμένη απόσταση (Museu Nacional d'Art de Catalunya).

Επιδιώκοντας να εμβαθύνουμε σε αυτά τα ζητήματα και να επιλύσουμε τις προκλήσεις που προκύπτουν, είναι ζωτικής σημασίας να αναπτυχθεί ένα σφαιρικό και συνεκτικό νομικό πλαίσιο που θα προστατεύει τα δεδομένα, τις πνευματικές ιδιοκτησίες και τα δικαιώματα των δημιουργών, προκειμένου να εξασφαλιστεί η ηθική και νομική χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στον πολιτιστικό τομέα.

Για τη δημιουργία μιας τέτοιας εφαρμογής, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ένα Generative Adversarial Network (GAN), μέσω του οποίου θα γίνεται η εκπαίδευση της τεχνητής νοημοσύνης για να συμπληρώνει τα κενά στον πίνακα. Σε αυτήν την εφαρμογή, ο χρήστης θα εισάγει τον πίνακα με οποιαδήποτε κενά που ενδέχεται να υπάρχουν, και λόγω της εκπαίδευσης του προγράμματος με τα κατάλληλα δεδομένα, θα προκύπτει το επιθυμητό αποτέλεσμα. Για την ανάπτυξη μιας τέτοιας εφαρμογής, απαιτείται βαθιά και σαφής κατανόηση των τεχνικών συμπλήρωσης πινάκων, της λειτουργίας των GAN, καθώς και της δημιουργίας και ανάπτυξης εφαρμογών.

5.2 Η Αναζήτηση Σωστών Εντολών και Λέξεων Κλειδιών για τη Δημιουργία Επιθυμητών Αποτελεσμάτων

Ένα σημαντικό ζήτημα που πρέπει να επισημάνει ο ερευνητής είναι η ανάγκη για την εύρεση των σωστών εντολών και λέξεων-κλειδιών, ώστε να δημιουργηθεί ένα ψηφιδωτό, να συμπληρωθεί ένας πίνακας, ή να δημιουργηθεί ένα τρισδιάστατο κεραμικό. Αυτή η διαδικασία απαιτεί τη σωστή επιλογή λέξεων-κλειδιών που θα οδηγήσουν στην καλύτερη δυνατή απόδοση. Μία προσέγγιση είναι η έρευνα για το εάν η πρόσθετη καθοδήγηση με λεπτομερείς "οδηγίες" μπορεί να βελτιώσει τα αποτελέσματα, με τη δοκιμή πιο συγκεκριμένων και λεπτομερών καταχωρίσεων για κάθε ξεχωριστό αντικείμενο που επιθυμεί ο συντηρητής. Ένα άλλο ενδιαφέρον πείραμα θα μπορούσε να είναι η έρευνα για την απομάκρυνση τμημάτων από ολοκληρωμένα έργα τέχνης, χρησιμοποιώντας προκαθορισμένα πρότυπα για όλα, και την αυτοματοποίηση του ελέγχου και του υπολογισμού του δείκτη ομοιότητας, προκειμένου να δημιουργηθεί ένα εκτενέστερο και πιο συστηματικό σύνολο αποτελεσμάτων. Αυτό θα πρέπει να πραγματοποιηθεί μέσω μιας διεπαφής προγραμματισμού εφαρμογών για να αποκτηθεί πρόσβαση στην εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης και να επιτευχθεί η αυτοματοποίηση. Η χρήση ενός μέσου όρου για τη σχετική ομοιότητα και την αυτοματοποίηση των ελέγχων θα επιτρέψει την εξερεύνηση ενός ευρύτερου φάσματος προτύπων για κενά και μωσαϊκά. Andrés, Gómez, Reviriego, Lombard, 2022)

5.3 Προκλήσεις που προκύπτουν από εξωτερικούς παράγοντες

Ένα σημαντικό στοιχείο που προσφέρει η τεχνητή νοημοσύνη στα έργα είναι η ενσωμάτωση μιας υφής "χρόνου" στην ανακατασκευή τους. Αυτό ενδεχομένως συνδέεται με το γεγονός ότι τα εργαλεία αυτά έχουν εκπαιδευτεί με παλιές εικόνες που απεικονίζουν μωσαϊκά που έχουν υποστεί την πάροδο του χρόνου. Αυτό αποδεικνύει επίσης την ανάγκη να αντιμετωπιστούν παράγοντες όπως ο χρόνος, οι οποίοι υπερβαίνουν την απλή γεωμετρία και εικονογραφία.

Επιπλέον, ένα ψηφιδωτό στο δρόμο δεν έχει την ίδια φθορά με ένα ψηφιδωτό σε προστατευμένο χώρο, ενώ μια φθορά που προκαλείται από "ατυχήματα", όπως πυρκαγιά ή σεισμός, διαφέρει από την πατίνα που δημιουργείται σε ένα παρόμοιο ψηφιδωτό που έχει προστατευθεί από διαφορετικά στρώματα χρώματος. Αυτοί οι παράγοντες μπορούν να οδηγήσουν σε σφάλματα στις ανακατασκευές, κάτι που έχει παρατηρηθεί και σχολιαστεί στην ανάλυση των εικόνων, ανεξαρτήτως της ποιότητας της αρχικής δημιουργίας. Με την ανάπτυξη εξατομικευμένων εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης, η εφαρμογή θα μπορούσε να εκπαιδευτεί χρησιμοποιώντας μόνο εικόνες που δεν έχουν υποστεί καμία αλλοίωση από τον χρόνο ή εξωτερικούς παράγοντες, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα των ανακατασκευών. Αυτό δεν αποσκοπεί μόνο στην ανακατασκευή των ελλειπόντων κομματιών, αλλά και στην εξάλειψη των επιπτώσεων του χρόνου σε ολόκληρο το ψηφιδωτό. Επιπλέον, θα ήταν ενδιαφέρον να δημιουργηθούν εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης με αναπτυγμένη εμπιστοσύνη στην ανακατασκευή, παρόμοια με την λειτουργία των ταξινομητών τεχνητής νοημοσύνης κατά την διαδικασία της ταξινόμησης. Αυτό θα βοηθούσε στην καλύτερη ερμηνεία και χρήση των εικόνων που παράγονται από την τεχνητή νοημοσύνη. Ένα άλλο ενδιαφέρον θέμα για μελλοντικές έρευνες είναι η εξερεύνηση νέων εφαρμογών της εικονικής ανακατασκευής βασισμένης στην τεχνητή νοημοσύνη για την πολιτιστική κληρονομιά. Ένα τρίτο ενδιαφέρον θέμα που θα μπορούσε να εξεταστεί σε αυτές τις νέες κατευθύνσεις έρευνας είναι οι δυνατότητες στους τομείς της αρχιτεκτονικής και της γλυπτικής, περιλαμβανομένων κατεστραμμένων έργων τέχνης και ατελών κτιρίων όπως το άγαλμα Pietà Rondanini του Michelangelo και το Tempio Malatestiano στο Ρίμινι της Ιταλίας (Andrés, Gómez, Reviriego, Lombard, 2022).

5.4 Ο Ρόλος των μουσείων στην προώθηση της τεχνητής νοημοσύνης - Προκλήσεις και δυνατότητες για τον πολιτισμό και την κοινωνία.

Τα μουσεία διαδραματίζουν έναν σημαντικό και επίκαιρο ρόλο στην προώθηση συζητήσεων σχετικά με θέματα όπως η τεχνητή νοημοσύνη, η ηθική, οι επιπτώσεις και οι ευκαιρίες της. Αυτό έχει τεθεί ως μελλοντικός στόχος. Εάν η δημοφιλία των θεμάτων που σχετίζονται με την τεχνητή νοημοσύνη συνεχίσει να αυξάνεται στα συνέδρια και η δημόσια χρήση αυτών των τεχνολογιών αυξάνεται, ενδέχεται σύντομα να προκύψει το ερώτημα για το πόσο έτοιμα είναι τα μουσεία να αντιμετωπίσουν την τεχνητή νοημοσύνη πέρα από μια απλή "πιλοτική προσέγγιση". Η αναζήτηση, η αξιολόγηση και η συνεχής προώθηση του διαλόγου για αυτές τις τεχνολογίες αποτελούν ένα πρόσφατο αλλά όλο και πιο σημαντικό θέμα για τα συνέδρια των μουσείων, ειδικά αυτά που εστιάζουν στον ανθρωποκεντρικό προσανατολισμό τους. Χωρίς μια παγκόσμια αρχή που να ρυθμίζει την εξέλιξη της τεχνητής νοημοσύνης, είναι καθήκον του ενημερωμένου κοινού να κρίνει τις ηθικές (και πρακτικές) εφαρμογές της. Καθώς η τεχνητή νοημοσύνη εξελίσσει τις μορφές αλληλεπίδρασης - μέσω αφής, φωνής, όρασης και ήχου - η κοινότητα των μουσείων μπορεί να προσφέρει ένα εκπαιδευτικό και ασφαλές περιβάλλον για να εξερευνήσει τον πολύπλοκο κόσμο της τεχνητής νοημοσύνης (Villaespesa, 2019).

Συμπεράσματα

Ο συντηρητής αρχαιοτήτων και έργων τέχνης βασίζει τις γνώσεις του σε καταγεγραμμένα αρχεία, μέσα multimedia και γνώσεις που περνάνε από γενιά σε γενιά. Έχοντας σαν εφόδιο τις πληροφορίες που του δίνονται, εξασκεί το επάγγελμα του, έχοντας σαν στόχο την όσο το δυνατόν καλύτερη συντήρηση των αντικειμένων που έχει αναλάβει, αλλά και του πολιτισμού και της κουλτούρας που αντιπροσωπεύουν αυτά τα αντικείμενα. Παίρνει στα χέρια του αντικείμενα από το παρελθόν, για να τα παραδώσει στην καλύτερη δυνατή κατάσταση που μπορεί, έτσι ώστε να διατηρηθούν, να προσφέρουν γνώσεις αλλά και έμπνευση στις μελλοντικές γενιές. Εντάσσει συνέχεια στα εργαλεία του καινούργιες μεθόδους συντήρησης, αποθήκευσης και ανάδειξης των αντικειμένων, βελτιώνοντας έτσι το τελικό αποτέλεσμα, αλλά και τον χρόνο εργασίας που αφιερώνει σε κάθε αντικείμενο. Η χρήση της Τ.Ν. στην δουλειά ενός συντηρητή θα μπορούσε να βοηθήσει πολύ τις ήδη υπάρχουσες διαδικασίες συντήρησης, αλλά και να προσθέσει καινούργια εργαλεία και δυνατότητες, τα οποία μέχρι πρωτίστως ήταν αδύνατον να υπάρξουν. Τροφοδοτώντας συνέχεια την Τ.Ν. με καινούργιες πληροφορίες, λεπτομέρειες, άρθρα, έργα, εικόνες, το αποτέλεσμα κάθε φορά μπορεί να είναι μόνο καλύτερο. Έτσι, ο συντηρητής θα έχει δίπλα του ένα εργαλείο με αστείρευτες γνώσεις και δυνατότητες, που όσο το χρησιμοποιεί θα βελτιώνεται. Πλέον, θα μπορεί να εργάζεται εκτός εργαστηρίου ή γραφείου, δεν θα χρειάζεται απαραίτητα ηλεκτρονικό υπολογιστή, καθώς όλες σχεδόν οι εφαρμογές είναι εύκολα προσβάσιμες από το κινητό τηλέφωνο. Αυτό θα κάνει ακόμα ευκολότερη την δουλειά του όταν βρίσκεται σε εξωτερικό χώρο, και θα μπορεί να δουλεύει ενώ βρίσκεται σπίτι του, ακόμα και σε μεταφορικό μέσο, έχοντας πάντα ένα πολύ καλό αποτέλεσμα. Θα καταφέρει να συνδυάσει την γνώση του παρελθόντος με τη τεχνολογία του μέλλοντος και να τα προσαρμόσει στην δουλειά του.

Οι ραγδαίες εξελίξεις που υπάρχουν στον τομέα της τεχνολογίας και της συντήρησης αρχαιοτήτων και έργων τέχνης προσφέρουν επιτέλους την ευκαιρία να ολοκληρωθούν έργα τα οποία δεν τελειοποιήθηκαν ποτέ, να ανακαλυφθούν καινούργιοι τρόποι συντήρησης, αποκατάστασης, αποθήκευσης και καταγραφής των αντικειμένων, να οικειοποιηθούν οι επισκέπτες των μουσείων με τα έργα και τον χώρο στον οποίο βρίσκονται, να υπάρξει καλύτερη προστασία των αρχαίων μνημείων και των ιστορικά προστατευμένων περιοχών, και κυρίως να γίνει καλύτερη η επαφή του συντηρητή με το αντικείμενο που έχει μπροστά του, αναπτύσσοντας έτσι μια οικειότητα και ευκολία στον τρόπο με τον οποίο θα το προσεγγίσει.

Βιβλιογραφία

1. Gavrilakis V. G., (2023), 'The significance of art conservation and restoration: preserving cultural heritage for future generations,' *World Art News*. (28/8/2024).
<https://worldart.news/2023/08/30/the-significance-of-art-conservation-and-restoration-preserving-cultural-heritage-for-future-generations/>.
2. Giannini, E., Makri, E. (2023) 'Cultural heritage protection and artificial intelligence; the future of our historical past,' in *Communications in computer and information science*, pp. 375–400.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-42300-0_32.
3. Zhang, C., Lu, Y. (2021) 'Study on artificial intelligence: The state of the art and future prospects,' *Journal of Industrial Information Integration*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2452414X21000248>
4. Hardesty, L. (2017). Explained: Neural networks. *MIT News Office*.
<https://news.mit.edu/2017/explained-neural-networks-deep-learning-0414>
5. Pasikowska-Schnass M., Lim Y.S. (2023). Artificial intelligence in the context of cultural heritage and museums: Complex challenges and new opportunities. *EPRS / European Parliamentary Research Service*.
[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/747120/EPRS_BRI\(2023\)74712_0_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/747120/EPRS_BRI(2023)74712_0_EN.pdf)
6. Καλαμπούκης Θ. (2023) Μεταδεδομένα. Ομάδα Έρευνας και Διαχείρισης Πληροφοριών, Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
http://ipl.cs.aueb.gr/info_ret/preprocessing/metadata_1_7.htm
7. Argyrou, A., & Agapiou, A. (2022). A Review of Artificial Intelligence and Remote Sensing for Archaeological Research. *Remote Sensing, Archaeology and Heritage Research: Researching the Past from Satellite, Aerial and Terrestrial Method. Remote Sensing*.
https://www.researchgate.net/publication/365790779_A_Review_of_Artificial_Intelligence_and_Remote_Sensing_for_Archaeological
8. Moral-Andrés, F. *et al.* (2023) 'Can artificial intelligence reconstruct ancient mosaics?' *Studies in Conservation*, pp. 1–14. <https://arxiv.org/abs/2210.06145>
9. Zhou W. (2022). Baidu AI completes an unfinished ink painting: how does it work, and is it making human artists obsolete? *TechNode*.
<https://technode.com/2022/11/22/baidu-ai-completes-an-unfinished-ink-painting-how-does-it-work-and-is-it-making-human-artists-obsolete/>
10. Erdmann R. (2021). From the Series “Operation Night Watch”. *Rijksmuseum*.
<https://www.rijksmuseum.nl/en/stories/operation-night-watch/story/night-watch-the-missing-pieces>
11. Αναστασίου Λ. (2022). Ψηφιακή καταγραφή και οργάνωση πολιτιστικών μνημείων με χρήση GIS. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Ελλάδα.
<https://dione.lib.unipi.gr/xmlui/handle/unipi/14206>
12. Goussous, J.S. (2020) 'Artificial intelligence-based restoration: the case of Petra,' *Civil Engineering and Architecture*, 8(6), pp. 1350- 1358.
https://www.researchgate.net/publication/351371783_Artificial_Intelligence-based_Restoration_The_Case_of_Petra
13. Voelker, E. (2023). *Evolving Applications Of AI And VR In Art Conservation, Preservation, And Reconstruction*. Arts Management & Technology Laboratory.

- <https://amt-lab.org/blog/2023/11/evolving-applications-of-ai-and-vr-in-art-conservation-preservation-and-reconstruction>
14. Villaespesa, E. (2019). AI, Visitor Experience, and Museum Operations: A Closer Look at the Possible. In *Humanizing the Digital: Unproceedings from the MCN 2018 Conference* (pp. 101-113), Chapter 13.
https://www.researchgate.net/publication/333852865_AI_Visitor_Experience_and_Museum_Operations_A_Closer_Look_at_the_Possible
 15. Abate, N. *et al.* (2023) 'Potential impact of using CHATGPT-3.5 in the theoretical and Practical Multi-Level Approach to Open-Source Remote Sensing Archaeology, Preliminary considerations,' *Heritage*, 6(12), pp. 7640–7659. <https://www.mdpi.com/2571-9408/6/12/402>
 16. Google Developers. (2022). Machine Learning: Overview of GAN Structure. Machine Learning.
https://developers.google.com/machine-learning/gan/gan_structure
 17. Co-Pilot GPT-4 Latest AI Models, Chat Tool & Assistant. Microsoft.
<https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-copilot>
 18. Mantovan, L. and Nanni, L. (2020) 'The Computerization of Archaeology: Survey on Artificial Intelligence Techniques,' *SN Computer Science*.
https://www.researchgate.net/publication/343664734_The_Computerization_of_Archaeology_Survey_on_Artificial_Intelligence_Techniques
 19. Εθνικό Μουσείο Τέχνης της Καταλονίας, 2023.
<https://www.museunacional.cat/en/tratteggio-o-riqatino>
 20. Meta, 2023.
<https://www.meta.com/blog/quest/what-is-virtual-reality-all-about/>
 21. Tensor Flow, 2024.
<https://www.tensorflow.org/>
 22. Keras, 2024.
<https://keras.io/>