استثمار تقنيات الذكاء الاصطناعي بالمتاحف المصرية
دراسة استكشافية تخطيطية

Investing in Artificial Intelligence Technologies in Egyptian Museums:
A Planning Exploratory Study

د. سميه سيد محمد محمد

مدرس بقسم المكتبات والوثائق والمعلومات

كلية الآداب - جامعة القاهرة

Email: s.amer@cu.edu.eg

ORCID: 0009-0009-5533-954X

مستخلص:

تهدف الدراسة إلى رصد فرص استثمار مجال التراث الثقافي بوجه عام والمتاحف- باعتباره إحدى فئات المؤسسات الثقافية التراثية- بوجه خاص لتطبيقات الذكاء الاصطناعي، مستعينة في ذلك بالمنهج الوصفي بأسلوبه المسحي الذي يُعنى برصد وتحليل الحقائق والتجارب على أرض الواقع. ومن ثم تسعى الدراسة إلى رصد تجارب المتاحف العالمية التي قامت بتطبيق واستثمار هذه التطبيقات، وأثر ذلك على زائري هذه المتاحف والمترددين عليها فضلا عن مسؤوليها، ذلك إلى جانب تناول الدراسة لمبادرات ومشروعات الذكاء الاصطناعي على مستوى العالم، التي تم إطلاقها في هذا الصدد. كما أوصت الدراسة باقتراح تصور للتخطيط للتكامل بين تقنيات الذكاء الاصطناعي المتنوعة؛ للاستثمار والتوظيف بالمتاحف المصرية بوصفها إحدى مؤسسات المعلومات المنوطة بتقديم وتوفير فرص الإفادة من معلومات التراث الثقافي، والتي تفيد بلا شك في خدمة عملية التحول الرقمي للمجتمع المصري، وإنجاز أهداف التنمية المستدامة وفقًا لخطة مصر ٢٠٣٠.

الكلمات المفتاحية:

الذكاء الاصطناعي- التراث الثقافي والذكاء الاصطناعي- التراث الثقافي- المتاحف- المتاحف المصرية والذكاء الاصطناعي.

Abstract:

The study aims to explore investment opportunities in the field of cultural heritage, with a particular focus on museums as a key category within cultural heritage institutions. Utilizing a descriptive

approach with a survey methodology, the research monitors and analyzes current facts and real-world experiences. It specifically examines the experiences of international museums that have implemented and invested in artificial intelligence (AI) applications, assessing the impact of these technologies on both visitors and museum staff. Additionally, the study reviews AI initiatives and projects launched globally in this context. The study concludes by proposing a strategic vision for integrating various AI technologies within Egyptian museums. This integration aims to enhance investment and utilization, positioning museums as vital information institutions that provide access to cultural heritage resources. Such efforts are expected to significantly contribute to Egypt's digital transformation and align with the sustainable development goals outlined in Egypt's 2030 plan.

Keywords:

Artificial Intelligence-AI, cultural heritage and Artificial Intelligence - cultural heritage - museums – Egyptian museums and Artificial Intelligence.

أولا: المقدمة المنهجية:

تمهيد:

تواجه البشرية اليوم تغيرًا جوهريًا في الكيفية التي تؤدى بها العديد من المهام والوظائف، بل وإعادة تشكيل العديد من جوانب الحياة والعمل والنشاط الإنساني بوجه عام، ذلك التغيّر الذي قصد محاكاة عقل الإنسان في التصرف في الكثير من الأمور وفي نمط تفكيره، والذي أسهم بصفة أساسية فيما يعرف بالثورة الصناعية الرابعة[١] The Fourth Industrial Revolution، وبزوغ فجر الثورة الصناعية الخامسة[٢] The Fifth Industrial Revolution أيضًا، وقد نما هذا التغيّر في الآونة الأخيرة، وأصبح واقعًا ملموسًا في العديد من القطاعات والمجالات والصناعات المختلفة، وتتضح الأوجه المتعددة والتطبيقات المختلفة

(١) تمثلت الثورة الصناعية الأولى في على الاعتماد على البخار كمصدر للطاقة وإدارة المصانع، ثم الثورة الصناعية الثانية في اعتمادها على الطاقة الكهربائية، والتصنيع بالجملة، يليها الثالثة والمعتمدة على الحاسب الآلي والرقمنة والإنترنت، ثم الثورة الصناعية الرابعة وتقنياتها كالذكاء الاصطناعيAI، والروبوتات، والواقع المعززAR، والطباعة ثلاثية الأبعاد 3D printing (Schwab,K., 2023).

(٢) تلك التي يتكامل فيها كل من الجهد والإبداع البشري مع الروبوت وتقنيات الذكاء الاصطناعي معًا لإنتاج خدمات مخصصة تلبي احتياجات المستخدم بشكل أفضل وفقًا لتفضيلاته (Orea-Giner, A., et al., 2022).

له في العديد من الجوانب المساعدة للبشرية لتخطي العديد من الأزمات والتحديات، ذلك التغيّر الذي يعرف بالذكاء الاصطناعي.

١. مشكلة الدراسة وأهميتها:

تهتم الدراسة بأحد تطبيقات وأوجه استثمار الذكاء الاصطناعي البارزة في مجال التراث الثقافي على اختلاف فئاته، ذلك المجال الذي يمثل ماضي الأمم وتاريخها الفريد، والذي يشكل حاضرها، وينبئ بمستقبلها، فضلا عما يحمله من قيم ثمينة، وما ينطوي عليه من ذاكرة للمجتمعات، وباستثمار الذكاء الاصطناعي في بمجال التراث الثقافي العديد من القيم المضافة، ومواجهة للتحديات والعوائق التي أوجد لها العديد من الحلول ضمن المحافظة على هذا التراث، وضمان صونه وإتاحته وتوسيع دائرة الإفادة منه، تلك التطبيقات التي تسعى الدراسة إلى تسليط الضوء عليها والكشف عنها من واقع التجارب العالمية المنفذة بالفعل، والتي تهدف الدراسة إلى الاستفادة منها واقتراح بعض الأفكار ممكنة التطبيق لضمان حماية وتوسيع رقعة إتاحة التراث الثقافي المصري والإفادة منه في إطار دراسة تخطيطية يمكن تصنيفها بأنها إضافة تنتمي إلى ما يعرف بالثورة الصناعية الخامسة.

وتستمد الدراسة أهميتها من عدد من المبررات المتعلقة بعدة قضايا منها:

أ. الدعم الكامل الذي تقدمه الدولة المصرية وأجهزتها لضمان التنفيذ الناجح للاستراتيجية الوطنية للذكاء الاصطناعي، وتطلعها إلى ترجمتها لنتائج واقعية ملموسة عن طريق وضع خطط العمل التي تكفل ذلك.

ب. تماشيًا مع هدف الدولة إلى توطين صناعة الذكاء الاصطناعي، مما دفعها إلى وضع خطة وطنية متكاملة لتطبيق واستثمار هذه التقنيات ممثلة في الاستراتيجية الوطنية للذكاء الاصطناعي، لذا تسعى الدراسة إلى وضع مخطط لاستثمار هذه التقنيات بالمتاحف بوصفها إحدى مؤسسات التراث الثقافي بمصر.

ج. الاتجاه الراهن لدعم عمليات التحول الرقمي بقطاعات الدولة المصرية كافة، ذلك التحول الذي تعضده تقنيات الذكاء الاصطناعي بقوة.

د. دور الذكاء الاصطناعي في تحقيق أهداف التنمية المستدامة ٢٠٣٠، كما ذكرت المدير العام لمنظمة الأمم المتحدة للتربية والثقافة والعلوم (يونسكو) أودري أزولاي Audrey Azoulay بأنه "يمكن للذكاء الاصطناعي أن يتيح فرصًا هائلة لتحقيق أهداف التنمية المستدامة (SDGs)، التي حددتها الأمم المتحدة في خطة التنمية

المستدامة لعام ٢٠٣٠، حيث تتيح تطبيقاته حلولا مبتكرة وتقييمًا محسنًا للمخاطر، وتخطيطا أفضل ومشاركة أسرع للمعرفة" (Azoulay, A., 2019).

هـ. جذب الأجيال الناشئة التي اعتادت على التعامل مع التقنيات الحديثة المعتمد أغلبها على الذكاء الاصطناعي؛ حيث إنه إذا لم تواكب المؤسسات الثقافية هذه التطورات ولم توجد في البيئة الرقمية وتستغلها الاستغلال الأمثل، ستزداد احتمالات وتوقعات عدم التفاعل معها مستقبلا.

٢. أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى:

أ. استكشاف جوانب استثمار تقنيات الذكاء الاصطناعي بالتراث الثقافي.

ب. التحقق من ردود فعل وآراء المجتمع تجاه تطبيقات الذكاء الاصطناعي بمجال التراث الثقافي.

ج. رصد المبادرات والمشروعات العالمية المتعلقة بتطبيق الذكاء الاصطناعي بهذا المجال.

د. التخطيط لتكامل تقنيات الذكاء الاصطناعي المتنوعة واستثمارها بالمتاحف المصرية.

٣. تساؤلات الدراسة:

تنبثق تساؤلات الدراسة عن أهدافها، والتي تتمثل في التساؤلات التالية:

أ. ما مجالات وأوجه تطبيقات تقنيات الذكاء الاصطناعي بالتراث الثقافي؟

ب. كيف كانت ردود فعل وآراء المجتمع تجاه تطبيقات الذكاء الاصطناعي بمجال التراث الثقافي؟

ج. ماذا عن المبادرات والمشروعات العالمية للذكاء الاصطناعي بهذا المجال؟

د. كيف يمكن التخطيط لتكامل تقنيات الذكاء الاصطناعي المتنوعة واستثمارها بالمتاحف المصرية؟

٤. مجال الدراسة وحدودها:

فيما يتعلمه بالحدود الموضوعية، تسعى الدراسة إلى رصد مجالات وأوجه استثمار الذكاء الاصطناعي بمجال التراث الثقافي ومؤسساته، ومبادرات ومشروعات تطبيق هذه التقنيات على الصعيد العالمي، بالإضافة إلى تقديم تصور تخطيطي لتكامل هذه التقنيات معًا بالمتاحف المصرية على اختلاف أنواعها وأحجامها، هذا فيما يخص الحدود النوعية

والجغرافية للدراسة، منذ عام ٢٠٢٠ حتى عام ٢٠٣٠؛ وذلك اتساقًا مع خطة الدولة للذكاء الاصطناعي، وهذا فيما يخص الحدود الزمنية للدراسة.

٥. منهج الدراسة وأدواتها:

تستعين الدراسة لتحقيق أهدافها بالمنهج الوصفي بأسلوبه المسحي، الذي يكفل رصد واقع ومجالات تطبيق الذكاء الاصطناعي وتقنياته بالتراث الثقافي، وذلك عن طريق استكشاف التجارب الواقعية العالمية في هذا المجال اطلاعًا على الإنتاج الفكري المتناول لهذه التجارب وتحليل محتواه كأداة لجمع البيانات، ورصدًا لتطورات هذه التجارب ومراحل تنفيذها، فضلا عن تحليل محتوى التقارير العالمية المتعلقة بالذكاء الاصطناعي ومبادرات تطبيقه في المؤسسات التراثية والثقافية المتنوعة على الصعيد العالمي، والتي من أمثلتها،

Magdalena, P. S. (2023). Artificial intelligence in the context of cultural heritage and museums: Complex challenges and new opportunities. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/747120/EPRS_BRI(2023)747120_EN.pdf

التقرير الصادر عن قسم البحث بالبرلمان الأوروبي، والذي رصد أوجه استثمار الذكاء الاصطناعي بالتراث الثقافي والمتاحف والآثار، موضحًا لنماذج لهذا الاستثمار، ومميزاته وتحدياته، وقد أشار إلى ضرورة جودة البيانات التي تغذي التقنيات المختلفة للذكاء الاصطناعي، وضرورة التأهيل المناسب للكوادر البشرية.

Museum Booster (2021). Museum innovation barometer. https://cultureactioneurope.org/files/2021/08/Museum-Innovation-Barometer-2021.pdf#

والذي أعده مجموعة من المتخصصين والباحثين بمؤسسة ميوزيم بووستر Museum Booster، المعنية بالعديد من قضايا المتاحف المتعلقة بالإدارة والتنظيم، والتحول الرقمي للمتاحف، وتعزيز عملية تبني التقنيات الناشئة بها.

Villaespesa, E., (March 25, 2021). List of Artificial Intelligence (AI) initiatives in museums. https://www.artsmetrics.com/en/list-of-artificial-intelligence-ai-initiatives-in-museums/ , visited 22/6/2023.

رصد هذا التقرير العديد من مبادرات ومشروعات الذكاء الاصطناعي بمؤسسات التراث الثقافي المختلفة، وقد صدر عن موقع الفنون والمقاييس Art & metrics والمتخصص في رصد وتحليل بيانات التجارب الرقمية في مجال الفنون والثقافة.

٦. الدراسات السابقة:

١,٦ أدوات الوصول إلى الدراسات العربية والأجنبية:

١. الدوريات وأعمال الندوات والمؤتمرات المتخصصة في مجال المتاحف والآثار والذكاء الاصطناعي.

٢. قواعد بيانات بنك المعرفة المصري https://www.ekb.eg/web/researchers/home، وخاصة قاعدة بيانات دار المنظومة، Springer, Science Direct, Emrald, ieeexplore, EBSCOhost.

٣. بالإضافة إلى الاستعانة بمحرك الباحث العلمي Google scholar؛ للبحث عن الوصول إلى كل من الدراسات العربية والأجنبية.

وذلك بحثًا بالمصطلحات واستراتيجيات البحث التالية:

Artificial intelligence AND Cultural heritage, Artificial intelligence AND Museums, Artificial intelligence initiatives AND Cultural heritage institutions.

وبالإشارة إلى طريقة عرض الدراسات السابقة سواء العربية أو الأجنبية، فقد تم تقسيم عرضها إلى مجموعة من المحاور الموضوعية، وعرضت الدراسات زمنيًا وفقًا لسنة نشر الدراسة.

٢,٦ الدراسات العربية:

١. تقنيات الذكاء الاصطناعي لخدمة التراث الثقافي ومؤسساته ومجموعاته

أ. قدمت دراسة (Duguleană, M., et al. ,2020) عرضًا لتطوير وكيل محادثة ذكي لتحسين عملية الوصول إلى المعلومات داخل أحد متاحف التاريخ برومانيا، وهو متحف كاسا مورينيلور (بيت موريس) Casa Mureșenilor. حيث قدمت للسياق الثقافي الخاص بالمتحف، وبنية التطبيق، وتحديات التنفيذ، وتعليقات الزائرين على هذه التجربة؛ حيث إن الوكيل الافتراضي أتاح التفاعل مع المستخدمين بلغة منطوقة طبيعية، نتيجة لاعتماده على أحد تقنيات الذكاء الاصطناعي المسؤولة عن فهم اللغة الرومانية، وقد أجريت دراسة مسحية حول قبول السياح لهذا النظام، وقد حاز قبولا جيدًا على مستوى الزائرين وموظفي المتحف؛ نظرًا لمرونة النظام وما يقدمه من تفاعل جذاب بلغتهم الأم.

ب. تستعرض دراسة (Fiorucci, M., et.al, 2020) خوارزميات الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة المستخدمة في عدد من مشروعات التراث الثقافي، موضحًا فئاتها وأنواعها

والتحديات التي تواجه تطبيقها في مجال التراث الثقافي والتي يعد أبرزها نقص مجموعات البيانات Data Sets المتعلقة بمجموعات الأعمال التراثية.

ج. تستكشف دراسة (Gasimova, R. T., & Abbasli, R. N.,2020) الفوائد المحتملة لاستخدام حلول غير تقليدية، بما في ذلك استخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي في معالجة البيانات الضخمة التي تعتبر هياكل البيانات غير تقليدية، حيث أنشئ أحد مصادر البيانات الضخمة هذه باعتباره جزءًا من رقمنة مواد التراث التاريخي، ولرقمنة العديد من الوثائق والتحف الأثرية، وتناقش الدراسة مزايا بعض خوارزميات الذكاء الاصطناعي وعيوبها، وتستكشف طرائق لاستخدام عدد منها لأغراض عمليات البحث في التراث الرقمي، كما تقدم بعض الحلول لتعزيز إمكانات محرك البحث الذي يمكن إنشاؤه للتراث الرقمي أو أي بيانات أخرى غير مهيكلة.

د. تناولت دراسة (Marzouk, M., et al.,2020) تجربة إنشاء نظام خبير لتحديد الطرائق الأكثر فعالية للحفاظ على مواد البناء الأصلية بالمباني التراثية المصرية، اعتمادًا على الذكاء الاصطناعي والاستفادة مما يقدمه من حلول مقترحة تتوافق ومادة البناء ونوعها، وما يوفره أيضًا من معلومات لتجنب التحلل المحتمل للمواد والحفاظ على عناصر البناء بطريقة تسمح لها بالعمل بكفاءة على النحو المنشود؛ وذلك من أجل الحفاظ على هوية التراث المصري الذي تعد هذه المباني جزءًا منه، وقد توصلت الدراسة إلى نتيجة عامة مفادها إمكانية تعميم هذه الأنظمة للحفاظ على المباني التاريخية والتراثية المماثلة لفحص مواد البناء، وتقييم حالة التدهور، واقتراح تقنيات الإصلاح الملائمة، فضلا عن الإمكانيات التي يقدمها هذا النظام من فحص للمواد المتنوعة المتدهورة بالمباني التراثية مثل السلالم الحجرية والخشبية، والأسقف، مما يعمل على سرعة توفير المعلومات المتطلبة لترميم وحفظ هذه المواد.

هـ. تناولت دراسة (أحمد الجوهري ومحمود الشبراوي،٢٠٢١) إبراز دور الذكاء الاصطناعي في عملية الترميم التخيلي للأعمال التراثية، وذلك الترميم الذي يسبق الترميم الفعلي الذي يتم على هذه الأعمال، والذي يصعب تطبيقه أحيانًا حفاظًا على القيم التاريخية والفنية والتراثية، كذلك تعرضت الدراسة إلى إبراز دور الذكاء الاصطناعي في عملية تأصيل القطع التراثية الأثرية ضد أعمال التزييف والسرقة التي تهدد بتخريبها واندثارها.

و. سلطت دراسة (محمود الشبراوي وأحمد الجوهري،٢٠٢١) الضوء على دور الذكاء الاصطناعي في أحد أهم العمليات المتعلقة بالتراث الثقافي والأعمال التراثية وهي عملية التسجيل والتوثيق، والتي تسهم بجانب كبير في إبراز قيمة الأثر والمحافظة على

قيمته التاريخية والفنية فضلا عن الحفاظ على أصالته، بالإضافة إلى أهميتها في عملية الترميم والصيانة للأثر، وخاصة عندما يلجأ في هذه العملية إلى التصوير الفوتوجرامتري، الذي يدعم عملية التوثيق والتسجيل للأعمال التراثية بالصور ثلاثية الأبعاد، ويلعب الذكاء الاصطناعي هنا دورًا بارزًا في رفع كفاءة ودقة المجسم النهائي لها.

ز. عمدت دراسة (سهى محمود أحمد، ٢٠٢٢) إلى استكشاف كيفية توظيف تقنيات معالجة اللغة الطبيعية في مجال التراث الثقافي، فقامت برصد التقنيات المستخدمة في كل من التراث المادي وغير المادي، حيث رصدت تقنيات التعرف الآلي على الكتابة، وتحليل صور الوثائق، والترجمة الآلية، واسترجاع المعلومات باعتبارها تقنيات متعلقة بالتراث المادي. أما فيما يتعلق بالتراث غير المادي، فكانت تقنية التعرف على الكلام، والبحث في الصوتيات والمرئيات، وسرد القصص، والروبوت وأنظمة الحوار. وانتهت الدراسة بتقديم حصر ما تم استخدامه من هذه التقنيات وما لم يستخدم منها في مجال التراث الثقافي حتى الآن.

ح. قصدت دراسة (مصطفى صوفي، ٢٠٢٣) الاقتصاد في تكلفة إنتاج أفلام الرسوم المتحركة Motion graphics المستخدمة في إنتاج السرد القصصي، حيث ترتفع هذه التكلفة نظرًا لمتطلبات الجودة المرتفعة وخاصة تلك المنتجة لتحمل محتوى تراثي ثقافي؛ فالأعمال التراثية من أكثر الأعمال التي تتطلب مستوى فنيًا عاليًا لقيمة وأهمية ما تقدمه، ذلك ما ينعكس على حجم الإنتاج وتكلفته، لذا تطرق الباحث إلى توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي لتقليل هذه التكلفة والحصول على أعلى جودة في آن واحد، فضلا عن غزارة كم ما يمكن إنتاجه من هذه القصص في زمن أقل.

٢. الذكاء الاصطناعي لخدمة الزائرين والمستفيدين والعاملين بمجال التراث الثقافي

أ. تستعرض دراسة (Vidu, C., Zbuchea, A., & Pinzaru, F.,2021) مجالات تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي بإدارة العمل المتحفي، وقد رصدت عدة مجالات لتطبيقها بالمتاحف منها إدارة المجموعات، وتحسين تجربة الزائرين، وتعزيز القيمة التعليمية للزيارات المتحفية، والتحليلات التي تجرى على المخصصات المالية للمتاحف وكفاءة استثمارها، كما رصدت الدراسة أيضًا أكثر التقنيات توظيفًا بالمتاحف فكانت تطبيقات المحادثة الآلية، وخوارزميات معالجة اللغة الطبيعية، وتعلم الآلة، والبيانات الضخمة، والشبكات العصبية، وأشادت الدراسة ببعض مبادرات ومشروعات تطبيق هذه التقنيات

والتي طبقت بالمتاحف الأمريكية، وكان منها أيضًا ما هو بالمتاحف الرومانية، ووصفتها بأنها تجارب ملهمة لغيرها من المتاحف الأخرى التي لم تبدأ بعد في تطبيق واستثمار تقنيات الذكاء الاصطناعي.

ب. سعت دراسة (جيرمين عبد الكافي، تقوى عيسوي، أحمد حسنين، ٢٠٢٢) إلى استقصاء تصورات السائحين تجاه استخدام خدمات الذكاء الاصطناعي في السياحة والضيافة، حيث يعتبر مجال السياحة والضيافة من أوائل المجالات تطبيقًا واستثمارًا للتقنيات الحديثة كالروبوتات والذكاء الاصطناعي، وقد كان الهدف الرئيسي من الدراسة تحديد ومناقشة تطبيق الذكاء الاصطناعي على خدمات السياحة والضيافة المتنوعة، والتي من بينها المتاحف إلى جانب وكالات السفر، الشركات السياحية، الموانئ الجوية، الخطوط الجوية، الفنادق، المطاعم، تأجير السيارات والمرشدين السياحيين، بالإضافة إلى رصد تصورات السائحين لمميزات استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في السياحة والضيافة. وقد استعانت الدراسة باستبانة وزعت على ٣١٩ سائحًا، وأُجيبت في الفترة من مارس إلى مايو ٢٠٢٢، وأسفرت النتائج عن التصور الإيجابي للسائحين لتطبيق خدمات الذكاء الاصطناعي، فضلا عن تصورهم للعديد من المزايا المتعلقة بتطبيق هذه التقنيات كالحصول على تجارب ممتعة وشيقة، والسرعة في أداء المهام.

ج. هدفت دراسة (رحاب محمود الشرنوبي، كريم أحمد عبد الفتاح، أمل أبو المجد، ٢٠٢٢) إلى رصد التقنيات الحديثة والتي منها تقنيات الذكاء الاصطناعي بمجال الإرشاد السياحي وما تحمله هذه التقنيات في طياتها من فرص وتحديات على مهنة الإرشاد السياحي. وقد عرضت الدراسة مجموعة من التقنيات المستخدمة في هذا المجال والتي منها أنظمة تشغيل عروض الصوت والضوء، أجهزة المرشد السياحي الناطق، المرشد السياحي الإلكتروني، المساعد الشخصي الذكي، الإرشاد السياحي باستخدام تقنيات الواقع الافتراضي، التطبيقات الإرشادية بالهواتف المحمولة، شاشات العرض الرقمية في المتاحف والمزارات السياحية، المرشد السياحي الآلي (الروبوت)، وقد توصلت الدراسة إلي مجموعة من النتائج أبرزها أن هناك مجموعة كبيرة من التحديات المستقبلية التي تفرضها تقنيات الذكاء الاصطناعي على المرشدين السياحيين علي مستوى العالم أجمع، ولكن من منظور آخر تتمثل الفرص فيما تقدمه من إمكانيات تساعد في عملية فهم المحتوى التاريخي والأثري بصورة أكثر جذبًا للسائحين وتتماشى مع توقعاتهم المتزايدة تكنولوجيًا، كذلك المساعدة في عملية استدامة مهنة المرشد السياحي بشرط استثمار هذه التقنيات بشكل صحيح ومبتكر، كاستخدام تطبيقات الهواتف الذكية في الترويج والتسويق

للمرشدين السياحيين، أيضًا استثمار الإرشاد السياحي الافتراضي والإرشاد السياحي عن بعد في عملية توفير المزيد من فرص العمل عن طريق الإنترنت، كما يمكن توظيف التكنولوجيا والأجهزة الرقمية لتكون أدوات حديثة مكملة لأدوات عمل المرشد السياحي التقليدية وليست بديلا أو عوضًا عنه.

د. وعلى مستوى التعاون بين كل من تقنيات الذكاء الاصطناعي والدور التعليمي باعتباره أحد الأدوار التي تنهض بها المتاحف، هدفت دراسة (غادة عبد الفتاح عبد العزيز ومحمود حسن محمود، ٢٠٢٣) إلى توظيف أحد تطبيقات الذكاء الاصطناعي المتمثل في الوكيل الحواري الذكي في المتحف الافتراضي، والذي تم صُمِم خصيصًا لهذه التجربة من قبل الباحثين في تنمية مهارات التفكير التشعيبي والوعي الأثري لدى طلاب المرحلة الثانوية في مادة التاريخ، وقد رصدت الدراسة ضعفًا في مهارات التفكير التشعيبي لديهم وذلك نتيجة اعتماد الطرائق والمصادر التعليمية التقليدية في التدريس؛ لذا اعتمدت الدراسة على تقنية الوكيل الذكي للمساعدة في تنمية هذه المهارات والوعي الأثري لدى عينة الطلاب مجتمع الدراسة والتي بلغت ١٢٠ طالبًا، وقد قسموا إلى أربع مجموعات، إحداها ضابطة درست بالطرائق التقليدية، والثلاث الأخرى تجريبية، اعتمدت الأولى على البرنامج دون صوت المعلم أو الوكيل الذكي، والثانية اعتمدت على البرنامج بتعليق صوتي من الوكيل الذكي، أما الثالثة فاعتمدت على البرنامج بتعليق صوتي من المعلم. وبعد تطبيق الاختبارات والمقاييس، توصلت الدراسة إلى نتيجة إيجابية أفادت بفاعلية توظيف هذه التقنيات بالمتحف الافتراضي في تنمية مهارات التفكير التشعيبي والوعي الأثري لدى طلاب المرحلة الثانوية في مادة التاريخ، وتنمية الوعي الأثري لديهم، ويؤكد ذلك دلالة متوسط درجات الطلاب في التطبيق البعدي لكل من الاختبار، والمقاييس المعتمدة من قبل الدراسة لجميع الأبعاد بين المجموعة الضابطة، والمجموعات التجريبية الثلاث، وقد كانت نتيجة المجموعة التجريبية الثالثة أكثر إيجابية، حيث جاءت دلالة الفرق عند مستوى ٠,٠١ .

- وتعليقًا على الدراسات السابقة، ذخر مجال التراث الثقافي بتنوع مجالات تطبيق الذكاء الاصطناعي، فضلا عن تنوع التقنيات المستخدمة بهذا المجال، حيث شمل تنوع مجالات التطبيق الحفاظ على مجموعات التراث الثقافي، واقتراح الحلول لإصلاح الأتلاف، وتعزيز الزيارات للأماكن التراثية والمحتوى المقدم بها، وإضفاء جانب من الإثارة والتشويق أثناء الجولات، فضلا عن توليد المحتوى وإتاحة إمكانيات مستحدثة للاقتصاد في تكلفة إنتاجه، وأيضًا إدارة العمل داخل إحدى فئات هذه

المؤسسات متمثلة في المتاحف، وغيرها من المجالات الأخرى التي استخدم فيها عدد متنوع من التقنيات، هذا إلى جانب القبول الواسع لتطبيق هذه التقنيات من جانب مجتمع المستخدمين، مما يؤكد خصوبة مجال التراث الثقافي ومؤسساته لمثل هذا التطور التقني، وقد هدفت الدراسة الحالية– واستكمالا للدراسات السابقة– إلى استثمار هذه النتيجة المؤكدة في اقتراح التكامل بين العديد من هذه التقنيات معًا لإدارة العمل داخل المتاحف المصرية باعتبارها إحدى مؤسسات التراث الثقافي المصري، وتحسين تجارب الزيارات المتحفية داخلها، ويمثل ذلك الإضافة التي ستضيفها هذه الدراسة لرصيد الإنتاج الفكري المتعلق بتطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال التراث الثقافي عامة، والمتاحف على وجه الخصوص.

ثانيًا: الإطار النظري:

١. تطبيقات الذكاء الاصطناعي في المجالات الحياتية المختلفة:

تعددت أوجه تطبيقات واستثمار تقنيات الذكاء الاصطناعي في العديد من المجالات كالتعليم، والإدارة، والطب والرعاية الصحية، والنقل والمواصلات، والزراعة والحفاظ على البيئة، والتجارة والأعمال البنكية والمصرفية، وغيرها.

ففي مجال التعليم كانت إسهامات الذكاء الاصطناعي في قدرته على العمل بطريقة تشبه المدرس الخاص، حيث يمكنه التكيّف مع مستوى كل متعلم على حدة كما يوفر للمتعلمين ملاحظات فورية على إجاباتهم، ونتائج تقييمية لمستوياتهم في الوقت الحالي، إضافة إلى أن برامج التعلم الآلي لديها القدرة على تقديم النصح حول أفضل المقررات الدراسية، أو المسارات الوظيفية الملائمة لهم، كما تتولى أنظمة الإنذار المبكر التنبؤ بانحدار المستوى الدراسي لبعض الطلاب معتمدًا على تحليل البيانات المتعلقة بنتائج اختباراتهم ونسب حضورهم، وبالتالي يمكن للمؤسسات التعليمية التدخل في الوقت المناسب لتقديم الحلول، كما توفر العديد من التطبيقات إمكانية تعلم اللغات المختلفة، باستخدام تقنيات التعرف التلقائي على الكلام (Automatic Speech Recognition (ASR، ومعالجة اللغة الطبيعية[٣] (Natural language Processing(NLP، والتي تمكن من اكتشاف الأخطاء اللغوية، ومساعدة المستخدمين على تصحيحها، هذا فضلا عن استخدامها في الجوانب التنظيمية، كروبوت المحادثة للرد على أسئلة الدارسين الجدد حول مجالات الدراسة،

(٣) أحد فروع الذكاء الاصطناعي ويتعلق بفهم وتحليل واستخلاص الاستنتاجات وتوليد اللغة البشرية سواء كانت على هيئة نصوص أو أصوات. (cognizant,2023).

وخطوات عملية التسجيل والالتحاق بالجامعة والمقررات الدراسية المختلفة، هذا فضلا عن تحرير العاملين والموظفين من الأعمال الروتينية، كشرح كيفية التسجيل، والقواعد التنظيمية للدراسة، ومنحهم فرصة أكبر لتقديم المزيد من المساعدة الفردية للدراسين، مما يؤدي إلى تحسين العملية التعليمية دون الحاجة لموظفين جدد (صباح عيد رجاء، ٢٠٢٠).

وفي مجال الإدارة يمكن للذكاء الاصطناعي أن يتحول إلى ميزة تنافسية للعديد من المؤسسات بواسطة الاستفادة من التقنيات الجديدة والاستراتيجية، كتلك التي تسمح بالتنبؤ بنتائج الأعمال وزيادة الأرباح، حيث إن تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي من قبل المؤسسات يمكن أن يساعد على سرعة اتخاذ القرارات ومعالجتها بمنأى عن التأثر بالعوامل البشرية كالتحيز والميول النفسية والعواطف، مما يضمن الحياد والموضوعية، إلى جانب حل مشكلة فقدان المعرفة المتراكمة للخبير الإنساني نتيجة التقاعد، أو المرض، أو ترك العمل، أو مفارقة الحياة، هذا فضلا عن تقليل المخاطر وتخفيض التكاليف وسرعة الوصول إلى الأسواق.

كذلك يمكن استخدام الشبكات العصبية[٤] Neural network في عدة مجالات كاستخدامها في البورصات للتنبؤ بأسعار الأسهم والسندات في الأسواق المالية العالمية، ويمكن استخدامها أيضًا لدراسة المخاطرة في منح القروض من قبل البنوك والمؤسسات المالية (أبو بكر خوالد،٢٠١٩).

وفيما يتعلق بمجال الطب والرعاية الصحية فقد طورت المؤسسة الدولية للحاسبات الآلية International Business Machines Corporation(IBM) –إحدى المؤسسات الرائدة في مجال الذكاء الاصطناعي– ما يعرف بخدمة واتسون هيلث Watson Health والتي يُعتمد عليها في تطوير الأدوية، وقرارات العلاج، ورعاية المرضى، والقرارات المالية والتشغيلية، واستخراج المعلومات ذات العلاقة من كميات كبيرة من البيانات وتكوين رؤى قابلة للتنفيذ يمكن تطبيقها على العديد من الحالات الطبية المتنوعة، هذا فضلا عن إمكاناته في استخلاص بعض الدلالات المهمة عن بيانات المرضى لإثبات أحقيتهم في الحصول على المساعدات التي تقدمها الدولة المتعلقة بالرعاية الصحية، بالإضافة إلى الإمكانات غير المسبوقة للتشخيص الدقيق للأمراض، ورصد وتحديد مواطن الخلل عند الفحص بالأشعة المقطعية أو الرنين المغناطيسي (International Business Machines Corporation (IBM), 2021).

(٤) إحدى طرائق تعلم الحاسب الآلي، مستوحاة من بنية الشبكات العصبية البيولوجية بالدماغ البشري (الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي ومجمع الملك سلمان العالمي للغة العربية،٢٠٢٢).

أما فيما يخص مجال النقل والمواصلات، فقد برع الذكاء الاصطناعي في هذا المجال ولا يوجد أبرز من السيارات ذاتية القيادة self-driving cars، فضلا عن تطبيقات نظم تحديد المواقع العالمي Global Positioning systems(GPS) وما تقدمه من معلومات لمستخدميها قبل القيام بالرحلة، ومعلومات إرشادية للسائقين أثناء الرحلة، فضلا عن التوجيه إلى الطرق والمسارات وأفضلها في الوقت الحالي، وكذلك عن تطبيقات الذكاء الاصطناعي لضمان الأمن والسلامة كالفحص الآلي للطرق والمركبات والتنبؤ بالأعطال، بالإضافة إلى النظم المتقدمة للتحكم بالمركبة وسلامتها وتفادي الاصطدام الطولي أو العرضي، والتحذير من التصادمات عند التقاطعات، وتشغيل وسائل تثبيت الركاب قبل الاصطدام (صورية شنبي،٢٠١٦).

وفي مجال الزراعة والحفاظ على البيئة أطلقت شركة مايكروسوفت برنامج الذكاء الاصطناعي من أجل الأرض AI for Earth، والذي يهدف إلى حماية كوكب الأرض عن طريق استخدام علم البيانات، حيث يقوم البرنامج بنشر خبرة مايكروسوفت التي تصل إلى ٣٥ عامًا في مجال البحث والتكنولوجيا في تقنيات الذكاء الاصطناعي في القطاعات الأربعة الرئيسية؛ الزراعة والمياه والتنوع البيولوجي وتغير المناخ، وذلك بالتطبيق على قارة أفريقيا، كما وُظِفَ الذكاء الاصطناعي لدعم البرنامج التشخيصي "نظام الإنذار المبكر للتغذية"، حيث يقوم هذا البرنامج بالتنبؤ بأزمات التغذية قبل حدوثها، والعمل أيضًا على تطوير نظام المتنزهات الذكية وتحسين عمليات الحماية من الصيد الجائر، حيث تم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي من مايكروسوفت عن طريق نشر شبكة من كاميرات المراقبة الذكية، التي تعمل بشكل آلي وتساعد على اكتشاف عمليات الصيد غير المشروع من خلال تحليل الصور الملتقطة (مايكروسوفت،٢٠٢٣).

ويتجلى استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في مجال الأمن والأزمات الأمنية تحديدًا في المواقف التي تتطلب اتخاذ قرار سياسي أو أمني عاجل، فضلا عن الإحاطة بتداعيات هذا القرار، ويعد المجال العسكري أحد مجالات استخدام هذه التقنيات عن طريق محاكاة بعض الحروب وعرض السيناريوهات المحتملة المتعلقة بالبدائل المختلفة كالهجوم أو الانسحاب وترجيح أكثرها احتمالا، مما يدعم عملية اتخاذ القرار للقيادات العسكرية.

هذا بالإضافة إلى قدرة هذه التقنيات على الاستجابة الفورية للمواقف الطارئة فور إعلامه بحدوثها كالحرائق على سبيل المثال، حيث تُوضع خطط المكافحة والاحتواء للموقف وفقًا للبيانات المقدمة له (أميرة تاوضروس،٢٠١٩).

٢. مجالات تطبيق الذكاء الاصطناعي بالتراث الثقافي

تتعدد أوجه استثمار تقنيات الذكاء الاصطناعي بمجال التراث الثقافي وما أضافه من إمكانيات غير مسبوقة لعملية الحفاظ على التراث، والتمكين من سبل إتاحته، فضلا عن إسهامه في تقديم تصورات للمفقود أو التالف منه، هذا بالإضافة إلى تجارب العديد من المتاحف العالمية التي قامت بالفعل بدمج هذه التقنيات بالعمل المتحفي، والتي أضفت العديد من المميزات والقيم المضافة في سبيل تحقيق هذه المتاحف لأهدافها والقيام بأعمالها المتعلقة بتوثيق وتنظيم مجموعاتها وصيانتها وترميمها وتقديم خدماتها المتنوعة، التي من أبرزها إتاحة وعرض المجموعات التراثية، ويمكن استعراض هذه التطبيقات في النقاط التالية:

1.2 معالجة الصور التراثية

يعد مجال معالجة الصور من المجالات التي شاع استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي فيها والتي من أبرزها ما يعرف بتقنية التعرف على الصور وتمييزها Image Recognition، ذلك المجال الذي ينطوي على الحصول على المعلومات من الصور، ومعالجة هذه المعلومات، واستخراج الملامح، وتصنيف مجموعات الصور لفئات متنوعة وفقا لعدد من العناصر كاللون، أو الشكل، أو الملمس، فضلا عن الوصف الدلالي لمحتوى الصور، والنمط الفني كمستوى متقدم من السمات التي يمكن تصنيف الصور وفقًا لها (Wang, M. ,2020)، وذلك ما هدف (Kvak,D.,2022) إلى تقريره من خلال دراسته التي أبرزت دور خوارزميات تعلم الآلة والشبكات العصبية في تصنيف مجموعات الأعمال الفنية والصور التراثية وتحليل لوحات فن الباروك[٥].

كما يمكن الاستفادة أيضًا من هذه التقنية في عملية اكتشاف وتحديد الظل، وذلك لالتقاط الصور البانورامية للكيانات الثقافية بعيدًا عن الكيانات المتحركة كحركة المرور والمشاة وغيرها، والتي تؤثر على جودة الصور البانورامية، فضلا عن وجود الظلال بهذه الصور، وذلك باستخدام خوارزمية MOG2[٦] (Z. Zhang, et al., 2020).

(٥) فن الباروك أحد الفنون التشكيلية التي ارتبطت بالحركة الثقافية الباروكية عام ١٦٠٠، وقد شاع هذا الفن في جميع أنحاء أوروبا الغربية. (باروك،٢٠٢٣)

(٦) إحدى خوارزميات رؤية الحاسب الآلي (CV) Computer Vision، التي تعمل على التمييز بين الكائنات الأمامية والخلفية. (OpenCV,2023)

هذا إلى جانب عملية إعادة تلوين الصور القديمة المتاحة باللونين الأبيض والأسود أو الكثير من درجات اللون الرمادي المختلفة وتحويلها إلى صور ملونة S. Boutarfass and B. (Besserer,2020).

كذلك يتضح استثمار تقنيات الذكاء الاصطناعي بتطبيقات معالجة الصور التراثية في عملية استعادة وتنقية وإصلاح الصور القديمة من الأضرار اللاحقة بها، وهذا ما تولى موقع ColoruiseSG[٧] القيام به كأحد تجارب معالجة الصور التراثية باستخدام الذكاء الاصطناعي كتلوين ومعالجة الصور التراثية القديمة والمتعلقة بالتراث السنغافوري(Lim,P.(Feb 3, 2019.

٢,٢ تعزيز سبل الوصول إلى المحتوى والمعلومات التراثية

تتضح استخدامات تقنيات الذكاء الاصطناعي في عملية دعم وتعزيز الوصول إلى المحتوى التراثي عن طريق مستويين؛ إما عن طريق الوصول إلى المحتوى نفسه على اختلاف فئاته، وإما دعم عملية استخلاص العناصر المؤدية للوصول إليه كعناصر ما وراء البيانات Metadata على سبيل المثال.

فعلى صعيد المستوى الأول قدم الذكاء الاصطناعي العديد من الحلول الذكية للهيئات المعنية بالتراث الثقافي، تتمثل في القدرة على استجواب هذه الثروات التراثية للكشف عن العمليات الإبداعية للفنانين، وتقديم العمل الفني بطرائق جديدة للجمهور، فضلا عن عمليات المطابقة والمضاهاة لصور القطع التراثية للعثور على صور تعرض القطعة التراثية نفسها بمجموعات أخرى، وذلك وفقًا لسمات وخصائص القطع وتفاصيلها، واستكشاف تاريخ ترميم هذه الأعمال، وتقديم معلومات عن استراتيجيات الحفاظ عليها (Perera, W. L., et al, (2020.

يضاف إلى ذلك الإنجازات المتعلقة بفهم وتحليل الأعمال التطريزية التراثية التي تنتمي إلى مجموعة الديباج الصيني Xiangjin، واكتشاف ميزات التصميم وتقنيات النسيج الفريدة، بالإضافة إلى التعريف بالدلالة الثقافية لتطريز Xiangjin كوسيط للرسم أيضًا من خلال تحليل النصوص والصور والأسلوب التاريخي لذلك الديباج، والتي تمت على ١٠٠٠ قطعة من هذه المجموعة (Wenji, Z. et al, 2022).

كما تطورت تطبيقات الذكاء الاصطناعي لتشمل دراسة البقايا البشرية التي تمكن من الحصول على معلومات حول العمليات الديناميكية والحيوية المرتبطة بحياة المجموعات البشرية في الماضي، مثل التركيب الديموغرافي، الحالة الصحية، ووجود علاقات قرابة بين

(7) https://colourise.com/

مجموعات من الأفراد، وسمات سكان مناطق جغرافية بأكملها، ففي السنوات الأخيرة بُذلت العديد من الجهود لإنشاء أدوات قائمة على الذكاء الاصطناعي لتبسيط وأتمتة الدراسات الأنثروبولوجية للحصول على المعرفة المتعلقة بالسياقات الاجتماعية والثقافية المتعلقة ببعض العصور (Mantovan, L., & Nanni, L. ,2020).

أما على صعيد المستوى الثاني والمتعلق باستخلاص العناصر التنظيمية المؤدية للوصول إلى المحتوى، فقد تعددت المشروعات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي في هذا الشأن، ومنها المشروع الرائد الخاص بمعهد أبحاث دمبارتون أوكس Dumbarton Oaks بواشنطن بالتعاون مع جامعة هارفرد في عملية إتاحة وتيسير سبل الوصول والتوثيق لمجموعة من الصور الأرشيفية المتعلقة بالآثار السورية، التي بلغت ١٠٠٠٠ صورة عن طريق الفهرسة الرقمية والتنظيم لصور المجموعات بالاعتماد على تطبيقات رؤية الحاسب الآلي[٨] (CV) Computer vision وتعلم الآلة باستخدام خوارزميات التصنيف متعدد الملصقات (التسميات) Multi-label Classification[٩]، والتجميع الفئوي للصور غير الخاضع للإشراف Unsupervised image clustering[١٠]، وذلك بهدف تيسير عملية الإتاحة الحرة والمفتوحة Open Access لهذه المجموعة في ظل الظروف التي تمر بها الجمهورية العربية السورية، والتي نتج عنها عدم إمكانية الوصول إلى الكثير من الآثار فضلا عن تعرض الكثير منها للدمار، فلا تقتصر البيانات الخاصة بما وراء البيانات فقط على تسميات متعلقة بالصور، ولكن أيضًا استخلص النمط الفني للصور، ونوع الوسيط

(٨) إحدى تقنيات الذكاء الاصطناعي، وتتعلق بتحليل وفهم محتوى البيانات المرئية سواء كانت صور، أو ملفات فيديو، ويطلق عليها أيضا رؤية الآلة Machine vision. (الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي ومجمع الملك سلمان العالمي للغة العربية،٢٠٢٢).

(٩) يتيح التصنيف متعدد الملصقات تصنيف مجموعات البيانات وفقًا لأكثر من متغير واحد. ففي هذا التصنيف تُقسَم البيانات وفقًا للعديد من التسميات التي تمثل مخرجات تنبؤ معين. فقد ينتمي أحد المدخلات إلى أكثر من تسمية واحدة، فعلى سبيل المثال عند التنبؤات بفئة أحد الأفلام، فقد تنتمي إلى الرعب، أو الرومانسية، أو المغامرة، أو الحركة، أو جميعها في وقت واحد. في هذا المثال تتوافر تصنيفات متعددة يمكن تخصيصها لفيلم معين (Charles,K., 2021).

(١٠) يعد التجميع الفئوي للصور غير الخاضع للإشراف من المهام الأساسية في مجال رؤية الحاسب الآلي (CV)، التي تهدف إلى تحديد فئة كل صورة دون استخدام أي تسميات وذلك وفقًا للخصائص البصرية المتشابهة (Park, S., et.al,2021).

المستخدم، والتنبؤ بالفنان، والفترة التي ترجع إليها القطع الأثرية (Karterouli, K., & Batsaki, Y. ,2021).

تدعم أيضًا مبادرة يوروبين Europeana عملية التحول الرقمي للتراث الثقافي الأوروبي، وتعتمد على تقنيات الذكاء الاصطناعي لتعزيز وزيادة جودة الميتاداتا المتعلقة بالمجموعات التراثية، التي استخلصت بجودة فائقة لملايين المجموعات، والتي ستستغرق فترات هائلة إذا تمت بالطرائق التقليدية(Gregory, M.,2021) .

وعلى صعيد المستويين معًا يأتي مشروع سينا SINA والتابع لمشروع Intelligent voice of wisdom (IVOW) لحكي القصص التراثية المتعلقة بتقاليد الطعام والمرأة عبر التاريخ بالثقافات المتنوعة، وذلك على هيئة حوار ثقافي ذكي بين المستخدم والتطبيق المعتمد على تقنية معالجة اللغة الطبيعة (NLP) وتحويل النص إلى صوت Text-To-Speech والعكس.

فضلا عن عملية وصف الصور التراثية واستخلاص ما تدور حوله، ووضع واصفات وتسميات مفصلة لمحتواها تعكس العناصر الثقافية للصورة (Iran A.,2021).

٣,٢ استعادة الماضي:

تعد قدرة الذكاء الاصطناعي على محاكاة الأحداث التاريخية السابقة وتقديم تصورات للحيوات والأمم الماضية من القدرات غير المسبوقة في مجال التراث الثقافي، الذي يتعلق في غالب الأحيان بالموروثات والأحداث التي حدثت في العصور القديمة؛ ذلك لتقديم الذكاء الاصطناعي فرصة التعرف على ما مضى، واستنباط الأسباب التي أفضت إلى حدوث بعض الأحداث التاريخية الشهيرة، أو لاقتراح تصورات لبعض الهيئات التي كانت عليها المباني والمدن التراثية المندثرة، فضلا عن تخيل جوانب الحياة التي كانت بهذه المدن كمشروع آلة الزمن Time Machine ، الذي لا يهدف فقط إلى رقمنة كميات هائلة من المعلومات المخزنة حاليًا في المحفوظات والمتاحف، ولكن أيضًا لاستخدام الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات؛ لإعادة بناء ٢٠٠٠ عام من التاريخ الأوروبي باستخدام المحاكاة التاريخية.

وقد حصل هذا المشروع على تمويل بقيمة مليون يورو من الاتحاد الأوروبي، وسيكون بمثابة كبسولة زمنية تعمل على تسهيل استكشاف التطور الثقافي والاقتصادي والتاريخي للمدن الأوروبية، مما يؤدي إلى تحسين فهمنا الحالي بشكل كبير لهذه الثقافات (Time Machine Organization,2023).

إلى جانب ذلك ما قام به مجموعة من الباحثين بالولايات المتحدة الأمريكية بالاعتماد على تقنيات الذكاء الاصطناعي، وتعلم الآلة، والواقع الافتراضي لإعادة إنشاء مجسمات لما كانت عليه هيئة المعالم الأثرية المغمورة بالماء واستخدامها وسيلة لعلماء الآثار لاختبار النظريات والتحقق من صحة الفرضيات المتعلقة بهذه الحضارات، فضلا عن التنبؤ بمواقع جديدة لمعالم أثرية أخرى تحت الماء، وذلك ما تم باستخدام نظام للغوص العميق أطلق عليه Land Bridge Deep Dive system ، والذي عن طريقه تُوقِعَ وجود جسر بري قديم كان مستخدمًا من قِبل قُطعان الوعل للهجرة بالولايات المتحدة الأمريكية، والذي يقع ببحيرة هارون– إحدى البحيرات العظمى بأمريكا الشمالية– ويمتد بولاية ميتشجان حاليًا، وقد بلغ عرضه ٨ أميال في أوسع نقطة، وطوله أكثر من ٨٠ ميلا، ذلك النظام الذي يمكن الاستفادة منه بمواقع أثرية أخرى مغمورة بالمياه بصفة عامة(Palazzolo, T., et al, 2020).

٤,٢ استكشاف الأتلاف والأضرار وتقديم الحلول لها

انطلاقا من الأهمية البالغة لترميم مجموعات التراث الثقافي يلعب الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته دورًا مهمًا في عملية الحفظ الوقائي واستكشاف الأتلاف والأضرار اللاحقة بالمجموعات والمواد التراثية، فعلى سبيل المثال ما تم على سور الصين العظيم والذي يمتد لمسافة ٢٠ ألف كيلومتر، والذي شكّل تحديًا هائلا للمهندسين المعماريين والمؤرخين الذين يعملون على الحفاظ عليه؛ حيث إنه يصعب الوصول إلى مناطق معينة به للتحقق من الضرر اللاحق بها، وسيكون الفحص اليدوي للجدار أمرًا بالغ الصعوبة، لذا تعاونت شركة إنتل Intel مؤخرًا مع مؤسسة الصين للحفاظ على التراث الثقافي باستخدام أحدث تقنيات الطائرات بدون طيار Drones لالتقاط آلاف الصور، ثم تحليل البيانات باستخدام الذكاء الاصطناعي لتحديد المناطق الدقيقة في الجدار التي تحتاج إلى ترميم (Intel Corporation,2018).

إلى جانب ذلك تتضح أوجه استثمار التقنيات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي في اكتشاف التشققات بالمباني التراثية وواجهاتها وهياكل بنائها، باستخدام الشبكات العصبية، والماسحات الليزرية الأرضية التي تنتج سحابات نقطية Point Clouds؛ للتعرف على المناطق المتأثرة بالمباني والتي يمكن ألا تكون واضحة للعين(Wojtkowska, M., et al. 2021)، تماما كما حدث بقصر فيكيو Palazzo Vecchio بإيطاليا والذي اعتمد على تقييم الأضرار التي لحقت بإحدى جدارياته على استخدام هذه التطبيقات، والذي يعتبر أحد

الاستخدامات الشائعة للماسحات الضوئية الليزرية والماسحات الضوئية الأرضية (Wood, R. L., & Mohammadi, M. E., 2021).

٥,٢ تجارب المتاحف العالمية

تتعدد مجالات تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي بالمتاحف وتتنوع تجارب استثمارها لتشمل بصفة أساسية المجموعات المتحفية وزائري المتحف، فعلى مستوى المجموعات المتحفية يُستثمر الذكاء الاصطناعي وتقنياته المختلفة في استكشاف البيانات المتعلقة بها، والربط بين ما هو معروف من هذه البيانات والمستكشف حديثًا منها. وأما على مستوى زائري المتحف، فتُستثمَر لتحليل البيانات المتعلقة بهم، التي يتم التوصل إليها عن طريق الزيارات المتحفية بمبنى المتحف أو الافتراضية منها، والتي يتوصل إليها عن طريق سجلات الزوار بموقع المتحف الإلكترونيWeb logs، أو بيانات اتصالهم اللاسلكي بالإنترنت Wi-fi connection، فضلا عن بيانات اشتراكات العضوية المتحفية Museum membership، وتذاكر المتحف؛ وذلك لمساعدة أمناء المتحف في تصميم الزيارات المتحفية الأكثر ملاءمة وإثارة للزائرين(French, A., & Villaespesa, E. 2019)، هذا إلى جانب التجارب المتبناة من قبل المتاحف لإدارة وتنظيم العمل المتحفي والمتعلقة بصفة رئيسية بتنظيم العرض المتحفي، فضلًا عن التشعب الذي تغطيه هذه التقنيات على مستوى خدمة الأهداف الحالية والمستقبلية لهذه المؤسسات، ولم يقف الأمر إلى هذا الحد، بل شمل أيضًا استثمار هذه التقنيات فيما يتعلق بمبنى المتحف والتحكم في الظروف البيئية داخله باعتبارها إحدى خصائص ما يعرف بالمتحف الذكي Smart museum.

ففيما سبق اعتمدت المتاحف النظم الخبيرة في عملها لتقديم الخبرات والمعارف اللازمة لدعم عمليات اتخاذ القرار، بينما تعد هذه النظم أحد مجالات الذكاء الاصطناعي، فقد اتسعت دائرة التطبيق لتشمل تقنيات أخرى تعتمد على معالجة اللغة الطبيعية والمعاني المتضمنة بها، وخوارزميات تعلم الآلة، والشبكات العصبية، وغيرها من التقنيات التي تتعامل مع كميات ضخمة من البيانات، والتي أتاحت فرصًا لإنتاج أدوات إبداعية لتوثيق وإدارة وزيادة فرص الإفادة من التراث الثقافي، فضلا عن الطرائق الأكثر جذبًا لتفاعلات الزائرين معه (Vidu, C., et al., (2021) (Bordoni, L., 2016) .

أ. تطبيقات المحادثة الآلية Chatbot

- استثمار تطبيقات المحادثة الآلية في الرد على استفسارات زائري المتاحف:

فمن حيث التنوع على مستوى التقنيات تشكل تطبيقات المحادثة الآلية Chatbots التقنية الأكثر استخدامًا وشيوعًا بالمتاحف، والتي تعتمد بصفة أساسية على معالجة اللغة الطبيعية (NLP)، وفهم اللغة الطبيعية [١١] (NLU) Natural language understanding، وتعلم الآلة، حيث يعد تعلم الآلة جوهرًا للعديد من تطبيقات الذكاء الاصطناعي بالمتاحف والمؤسسات التراثية (Magdalena, P. S. 2023)، ويتضح استخدام هذه التقنية في عمليات الرد على استفسارات الزوار عن المتحف ومجموعاته والمعارض التي يقيمها وفي معظم الأحوال يكون هو المخطط للزيارة المتحفية، مع الأخذ في الحسبان أن تكون هذه المحادثات أقرب ما يمكن إلى المحادثات البشرية ومعززة بالتعبيرات الدارجة والتأثرات العاطفية، كما أنها تمكن من التفاعل معها بأكثر من لغة، ولديها القدرة على الوصول إلى مصادر المعرفة الضرورية لتقديم الإجابات الكافية الوافية للاستفسارات الموجهة من قبل الزوار، ويتم ذلك عن طريق ربط هذه التطبيقات بما يعرف بالشبكات المعرفية[١٢] Knowledge graphs والموضوعات المتنوعة؛ لتحديد الكيانات وعلاقاتها ببعضها بعضًا، والتي تجعل الإجابات المقدمة أكثر ذكاءً وثراءً ومعرفة (Varitimiadis, S., et al. 2021)، ومن أكثر الأدوات شيوعًا وشهرة في هذا الإطار تطبيق شات جي بي تي[١٣] Chat Generative Pre-training Transformer (ChatGPT)، الذي استُفسر عن كيفية استفادة المتاحف منه كأداة للمعارض المتحفية، فتنوعت إجابته لتشمل عدة نقاط جميعها تتعلق بالمحتوى الثقافي المتعلق بمقتنيات المتحف ومجموعاته، كإنشائه لملصقات المعارض والكتيبات الإرشادية لتزويد الزائرين بالمعلومات حول القطع المعروضة، وتوليد محتوى المواد التعليمية والأنشطة وتزويدهم بطرائق تفاعلية وجذابة للتعرف على القطع الأثرية المعروضة، وأيضا لإتاحة جلسات حوارية تفاعلية للزائرين عن طريق طرح الأسئلة حول القطع والمجموعات المعروضة والعمل على توفير الإجابات المفيدة والدقيقة لهم، هذا إلى جانب

(١١) تعد تقنية فهم اللغة الطبيعية أحد مجالات معالجة اللغة الطبيعية، وتهتم بفهم واستخلاص المضمون من لغة الإنسان الطبيعية، بينما تشمل تقنية معالجة اللغة الطبيعية كلا من عملية الفهم وتوليد المحتوى.

(١٢) تستخدم لتمثيل الكيانات وعلاقاتها ببعضها بعضًا، وتعرف أيضًا بالشبكات الدلالية (الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي ومجمع الملك سلمان العالمي للغة العربية، ٢٠٢٢).

(١٣) أحد نماذج الذكاء الاصطناعي طُوِر بواسطة شركة OpenAI، ولديه القدرة على توليد نصوص تشبه لغة وكلام البشر بناء على سياق المحادثات وموضوعاتها، وبالإضافة إلى تعلمه وتدربه على العديد من المحادثات السابقة (OpenAI,2023).

إمكانية إنشاء نصوص لأدلة الإرشاد الصوتية الخاصة بالمتحف، مما يعزز من سُبل التعرف على مجموعات المتحف. فبشكل عام يمكن استخدام شات جي بي تي لتوليد النصوص والمحتوى المتطلب للتعريف بالمقتنيات المتحفية، فضلا عن محتوى المواد التعليمية الغنية بالمعلومات لجذب وتعزيز تجربة الزائر وتعميق فهمه للقطع والمجموعات المعروضة (Merritt,E. Jan 25, 2023).

وقد تقدم هذه التطبيقات إجابات محددة مسبقًا أو تكن على هيئة محادثات حرة غير معدة مسبقًا بإجابات محددة، وذلك في حالة ربطها بالشبكات المعرفية، مما يساعد على تقديم إجابات تلبي الاحتياجات الخاصة بالزائرين بتقديم إجابات أكثر تخصيصًا Customized answers عن الأسئلة الأكثر تعقيدًا والمتعلقة بالمجموعات المتحفية (Vidu, C., et al., (2021) ، وقد تكون المحادثة صوتية أو نصية، كما أن البعض من هذه التطبيقات يكون مدمجًا ببرامج اللعب والمكافآت مثل البحث عن الكنز لجعل المحادثة أكثر متعة وإثارة، والبعض منهم يحاول إثارة ودفع الزائرين للاستفسار وطرح أسئلة عن موضوعات معينة، وتقدم هذه الخدمة بطريقة أكثر فعالية وكفاءة من حيث الجهد والوقت والتكلفة.

وتتاح هذه الخدمة عادة إما عن طريق موقع المتحف على الإنترنت، أو عن طريق تطبيق المتحف المتاح للتحميل بالهواتف الذكية، أو عن طريق صفحة المتحف على منصات التواصل الاجتماعي، أو عن طريق الروبوت Robot، أو الشاشات التفاعلية داخل المتحف، وتقوم هذه الخدمات على التعلم المستمر من التفاعل مع الزائرين ومن ردود أفعالهم وقراءة تعبيرات وجوههم إذا اعتمدت تقنية رؤية الحاسب الآلي (CV)؛ لتحسين التجارب القادمة والإجابات المستقبلية.(Varitimiadis, S., et al. 2021) .

ومن أمثلة المتاحف التي قامت باستثمار هذه التقنية متحف كاسا مورينيلور (بيت موريس) برومانيا Casa Mureșenilor[١٤]، والذي يعد واحدًا من أهم الأماكن التاريخية برومانيا، وقد قام بتقديم وكيل حواري ذكي على هيئة أمينة متحفية يتم التفاعل وإجراء الحوار معها عن طريق شاشة تفاعلية بالمتحف، وقد قُدمت هذه الخدمة لتحسين عملية الوصول إلى المعلومات داخل المتحف من خلال التفاعل مع الزائرين باللغة المحلية الرومانية، واقتراح المسار الأفضل للزيارة المتحفية، وإرشاد الزوار بمواقع المجموعات والقطع المتحفية من الموقع الحالي للزائر، هذا إلى جانب الإجابة عن الاستفسارات الخاصة بالزائرين والمتعلقة بالمتحف ومجموعاته.

(14) https://muzeulmuresenilor.ro/

وقد أظهر كل من زائري المتحف وأمنائه قبولا شديدًا لهذه التقنية، وذلك بعد إجراء بحث مسحي للتعرف على مدى قبول ونجاح هذه التقنية، والذي بلغت نسبته ٩٠% للتعبير عن نجاح هذه التجربة بالمتحف، ومدى ملاءمة الإجابات المقدمة للاستفسارات حيث بلغت نسبة الملاءمة ٧٨%، كما أبدى مجتمع الدراسة اقتناعهم بضرورة وجود مرشد للزيارات المتحفية قائم على الذكاء الاصطناعي بنسبة ٨٧%، وعبر ٧٣% من مجتمع الدراسة بقبول وملاءمة شكل المحاكي الرقمي المستخدم بالمتحف(Duguleană, M., et al., 2020) .

ويعد قيام هذه التطبيقات بدور أمين المتحف في الترحيب بالزائرين والرد على استفساراتهم واقتراح مسارات الزيارة الأفضل ليست المهمة الوحيدة له، بل تقوم هذه التطبيقات أيضًا بمهمة أخرى تتمثل في إقامة حوار ثقافي ذكي بين الزائر والقطعة التراثية بالمتحف، إذ تتولى هذه التطبيقات التحدث نيابة عن القطعة للتعريف بنفسها، وبالحدث الذي تتعلق به، ومن صنعها، وإلى أي عصر تنتمي، وما إلى ذلك من المعلومات التي يحتاج الزائر معرفتها عن القطع المتحفية، فضلا عن أنها تتولى مهام الرد على أسئلة الزائرين المتعلقة بها (Merritt,E. ,Jun 29, 2018).

ومن أمثلة ذلك مشروع صوت الفن المطور من شركة (IBM) بمتحف بيناكوتيكا دي ساو باولو بالبرازيل[١٥] IBM's The Voice of Art project at Pinacoteca de São Paulo، والذي اعتمد على تطويع إمكانيات نظام واتسون١٦ Watson لتولي مهمة تفاعل الزائرين مع القطع الفنية وتحفيزهم على طرح الأسئلة حول هذه الأعمال والرد على استفسارات الزائرين بمجرد الوقوف أمام العمل، حيث يتفاعل الزائر مع هذه التقنية عن طريق سماعات الرأس وتطبيق هاتف ذكي مثبت على هاتف الزائر، ويقوِم الحوار الثقافي الفني بين الزائر والنظام مدعمًا بالمعلومات المتعلقة بالمدرسة الفنية التي ينتمي إليها العمل الفني، والعلاقة بين العمل والعالم المعاصر وما يعكسه من رؤى فنية متعددة عوضًا عن التسجيلات الصوتية الشارحة للمعلومات المتعلقة بالعمل الفني، وقد استغرق هذا المشروع ستة أشهر من أجل تدريب النظام وإمداده بالوثائق والكتب والمعلومات المتعلقة بهذه الأعمال الفنية، معتمدًا على تعلم الآلة ومعالجة اللغة الطبيعية (NLP) والحوسبة

(15) https://pinacoteca.org.br/

(١٦) نظام الذكاء الاصطناعي المقدم من شركة IBM.

المعرفية[١٧] Cognitive computing، وقد ذكر المعهد البرازيلي للبحوث الاقتصادية The Brazilian Institute of Economic Research أن نسبة ٧٢% من البرازيليين لا يذهبون إلى المتحف؛ لاعتقادهم أن الفن يصعب فهمه، وبتطبيق هذا المشروع فقد زادت نسب الإقبال على المتحف لتصل إلى ٢٠٠% (Magdalena, P. S. 2023) .

ومن التجارب العربية في هذا السياق تجربة متحف المستقبل(١٨) بالإمارات العربية المتحدة وقيامه بإعداد نظام صوتي تفاعلي دائم التغيّر لمتجر المتحف، بالاعتماد على منصة قائمة على الذكاء الاصطناعي؛ ليعرّف الزوار بمعروضاته ونماذجه المصغرة (البيان، فبراير ٧، ٢٠٢٣).

- استثمار تطبيقات المحادثة الآلية في عملية حكي القصص Storytelling:

ومن الاستخدامات الأخرى لتقنية تطبيقات المحادثة الآلية استخدامها في عملية السرد التفاعلي للقصص التراثية المتعلقة بالمجموعات المتحفية أو المرتبطة ببعض الثقافات بصفة عامة كأحد صور التراث الثقافي غير المادي سواء بالجولات الافتراضية أو الجولات التقليدية بالمتاحف، حيث إنه من الأدوار الأساسية لها القيام بالدور التربوي والتعليمي فضلا عن كونها مراكز لتبادل الثقافات والخبرات البشرية المتنوعة، إلى جانب حرصها على مخاطبة الجانب الوجداني للزائر ومد جسور التواصل بين تجارب الماضي والحاضر، فقد قامت بعض المتاحف تحقيقًا لما سبق بالاعتماد على عدد من تقنيات الذكاء الاصطناعي كمعالجة اللغة الطبيعية باعتبارها ركيزة أساسية(Vidu,C. et al., 2021) ، وتقنية تحويل النص إلى صوت Text- to- speech، والتعلم العميق[١٩] كأداة للتعلم من العديد من القصص؛ لإنتاج وتوليد القصص التفاعلية الجديدة ذات المردود الثقافي والمرتبطة بالقصص التراثية الشهيرة والتي لها علاقة بالمجموعات والقطع المتحفية، أو أن تكون القطع والمجموعات المتحفية نفسها موضوعًا للقصص المنتجة عن طريق هذه التقنيات، التي تؤدي إلى زيادة المعارف التي تقدم للزوار، فضلا عن إتاحة الإمكانية لمشاركة الزائر بالروايات الخاصة به والتي يعرفها عن

---

(١٧) تشير إلى المنصات التقنية المتأثرة بالتخصصات والعلوم المعرفية لمحاكاة عملية التفكير البشري، وتشمل الذكاء الاصطناعي وإمكانياته مثل التعلم الآلي، والتفكير، ومعالجة اللغة الطبيعية (NLP)، والتعرف على الكلام والرؤية ، والتفاعل بين الإنسان والحاسوب (HCI) وغيرها (Cognizant, 2023).

(18) https://museumofthefuture.ae/ar

(١٩) أحد مجالات تعلم الآلة، يعتمد على الشبكات العصبية في استخلاص المعلومات، وتظهر تطبيقاته في التعامل مع الصور والتعرف على الكلام والأصوات والترجمة (Cognizant, 2023).

القطعة مما يعزز من تجارب مشاركة الزائرين، فضلا عن الاستفادة من مصادر التاريخ الشفهي عن طريق هذه التقنية(Trichopoulos, G., et al., 2023) .

ومن نماذج المتاحف التي اعتمدت على الذكاء الاصطناعي في عملية حكي وسرد القصص متحف متروبوليتان للفنون بنيويورك The Metropolitan Museum of Art[٢٠] بالتعاون مع شركة مايكروسوفت Microsoft ومعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT) Massachusetts Institute of Technology في تطوير نموذج مبدئي يعمل بالذكاء الاصطناعي، أطلق عليه مشروع الحكواتي "Storyteller"؛ ليعمل على إنتاج وتوليد القصص التي يكون مصادرها ٤٠٦٠٠٠ صورة من الصور التراثية المقتناة بالمتحف، وفريق أمناء المتحف، وبعض مصادر التاريخ الشفهي وفي هذا المشروع يصبح الذكاء الاصطناعي شريكًا لهم في ورش عمل متعددة يستمع ويحلل ما يدور من روايات ومناقشات حول الأعمال الفنية والصور التراثية عن طريق تقنية التعرف على الأصوات Voice recognition لينتج القصص بستين لغة مختلفة، فضلا عن إتاحة مشاركة هذه القصص على وسائط التواصل الاجتماعي أو طباعتها (The Metropolitan Museum of Art, 2019).

ب. الروبوت Robot:

لم يتوقف الأمر في مجال استثمار تقنيات الذكاء الاصطناعي عند مجرد إصدار تطبيقات المحادثة الآلية فقط، بل تعدى الأمر لاستثمار تقنية الروبوت Robot بالمتاحف لتقوم مقام أمين المتحف في عملية الاستقبال والترحيب بالزائرين، والعمل كمرشد رقمي بالجولات المتحفية، والتعريف بالمجموعات والرد على استفسارات الزائرين والتفاعل معهم.

وتدمج تقنية الروبوت العديد من تقنيات الذكاء الاصطناعي لتقوم مقام أمين المتحف في عملية الإرشاد المتحفي، فتعتمد على تقنية تطبيقات المحاثة الآلية لتتمكن من الحديث وإقامة الحوار، وبالتالي فهي تعتمد تقنيات معالجة اللغة الطبيعية، وتحليل المشاعر Sentiment analysis؛ ليكون الحوار معززًا بالتودد وفهم الانطباعات والتفاعلات البشرية المختلفة، وكذلك تقنية رؤية الحاسب الآلي (CV)؛ لتتمكن من رؤية البيئة المحيطة بها والكيانات المُشتَملة بهذه البيئة، وبالتالي فهي تعتمد تقنية التعرف على الأشياء[٢١] Object recognition، كما يعتمد تقنية تحويل النص إلى صوت منطوق Text-to-speech؛ ليتمكن

(20) https://www.metmuseum.org/

(٢١) إحدى إمكانيات تقنية رؤية الحاسب الآلي، وتتعلق بتمييز الكيانات بالصور ومقاطع الفيديو (الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي ومجمع الملك سلمان العالمي للغة العربية،٢٠٢٢).

من قراءة النصوص والتعرف عليها، وغيرها من تقنيات الذكاء الاصطناعي الأخرى كالشبكات العصبية والتعليم العميق، التي تمكنه من عملية اصطحاب الزائرين بالجولات المتحفية، حيث إنها الاستخدام الأكثر شيوعًا للإنسان الآلي بالمتاحف.

وتعد تجربة متاحف مؤسسة سميثسونيان بواشنطن The Smithsonian Institution[٢٢] (المتحف الوطني للفنون الأفريقية، والمتحف الوطني للتاريخ والثقافة الأمريكية الأفريقية، ومتحف هيرشورن وحديقة النحت، وقلعة سميثسونيان) إحدى التجارب الرائدة في استثمار هذه التقنية في مجال المتاحف بتقديم الروبوت بيبر "Pepper" للقيام بمهمة التفاعل مع الزائرين عن طريق الرد على استفسارات الزائرين ورواية القصص باستخدام الصوت والإيماءات، فضلا عن قيامه بترجمة بعض المصطلحات التي تتعلق ببعض الثقافات، بالإضافة إلى قيامه باللعب والرقص والتقاط الصور الشخصية في تجربة أكثر متعة وجذبًا للزائرين، وقد ساعدت هذه التقنية في حل بعض مشكلات المتحف في جذب المزيد من الزائرين إلى المعارض قليلة الحضور، والتحفيز على الاندماج والتفاعل العميق مع المجموعات المتحفية خلال الزيارات والعروض التعليمية، وتوفير فرص وأدوات مبتكرة لإشراك الزائرين، ودفعهم إلى تكرار الزيارات المتحفية مرات أخرى (The Smithsonian Institution, April 24, 2018).

كذلك تجربة متحف كواي برانلي بباريس٢٣ Musée du Quai Branly والتي أبهرت زائري المتحف بردود فعل واستجابة الروبوت برينسون "Berenson" الناتجة عن ملاحظته وقراءته لتعبيرات وجوه الزائرين بالمتحف على المجموعات المتحفية سواء كانت تعبيرات إيجابية أو سلبية، والذي تم تسميته على اسم الناقد الفني المشهور، ولكن يقتصر عمله على التفاعل مع الزائرين فقط دون القيام بعمليات النقد الفني للمجموعات(Vidu, C. et al., 2021) .

وأيضا تجربة الروبوت رينو "RHINO" بالمتحف الألماني بمدينة بون بألمانيا Deutsches Museum Bonn٢٤ والذي حقق نجاحًا هائلا بلغ نسبة ٩٩,٧% في عملية تنظيم الجولات المتحفية التفاعلية لتوجيه الزائرين بخطى سريعة دون الاصطدام بالأشخاص أوالمعروضات في ظل أوقات ازدحام المتحف، وذلك لمدة ستة أيام حيث قام بتنظيم ٢٤٠٠ جولة متحفية لألفين من الزائرين بمبنى المتحف، وستمائة زائر بالجولات الافتراضية بموقع

(22) https://www.si.edu/

(23) https://www.quaibranly.fr/en/

(24) https://www.deutsches-museum.de/

المتحف على الإنترنت، حيث إنه مزود بكاميرات تمكن مستخدمي الجولات الافتراضية من الاندماج والمشاركة في الزيارات المتحفية، بالإضافة إلى نجاح هذه التجربة على مستوى مختلف الأعمار لزائري المتحف حيث تتنوع طرائق تفاعله مع الفئات المختلفة، فضلا عن اتسامها بالتودد وسهولة التواصل(Mantovan, L., & Nanni, L. ,2020) .

ومن أبرز التجارب على مستوى المتاحف العربية تجربة متحف المستقبل بالإمارات العربية المتحدة بالاستعانة بقدرات الروبوت في عملية بناء مبنى المتحف الفولاذي المقاوم للصدأ ليعكس قدرات الذكاء الاصطناعي في الإسهام في إنجاز المشاريع المعمارية ذات البعد الجمالي والإبداعي، والذي صمم ليعكس تطلعات وتوجهات المتحف بالنظر إلى المستقبل وما يتضمنه من فرص لا حصر لها يمكن توقعها والاستفادة منها (متحف المستقبل، ٢٠٢٢).

كذلك اعتماد المتحف على الروبوت في عملية التفاعل مع الزائرين في تقديم النصائح المهمة لتفادي الحوادث، وما يجب فعله عند التعرض لإصابات ناتجة عن الحوادث، وذلك في منطقة تدعى "فيتزانيا"، والتي تضم مركزًا لإجراء الفحوصات الطبية (حنان مبروك، فبراير ٢٨، ٢٠٢٢).

ج. تقنيات الاستدلال الكلاسيكي[٢٥] والأنظمة متعددة الوكلاء[٢٦] Classical inferential techniques and multi-agent systems

يتمثل استثمارها في نظام مينرفا "Minerva" الذي تم تطويره ليدعم عملية تنظيم العرض المتحفي وإنتاج المعارض المتحفية الرقمية، حيث تعد هذه العملية بشرية في الأساس، ولكن يوفر هذا النظام دعمًا ورؤى مبتكرة تعمل على حل بعض المشكلات المتعلقة بتنظيم المعروضات المتحفية، وتسليط الضوء على المجموعات ذات الحيثية، وكيفية الربط بين المجموعات المختلفة في مسار زيارة واحد مع مراعاة اشتراطات الأمن والسلامة أثناء الزيارة المتحفية، فضلا عن قيامه بتنظيم الجولات المتحفية الافتراضية التي تتاح بموقع المتحف على

(٢٥) أحد مجالات تعلم الآلة وتتعلق بعملية صنع التنبؤات عن طريق تطبيق نموذج مدرب على أمثلة غير معرفة بمسميات محددة (الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي ومجمع الملك سلمان العالمي للغة العربية،٢٠٢٢).

(٢٦) نظام يتكون من عدة وكلاء يتفاعلون معًا في بيئة واحدة لتحقيق أهداف محددة (الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي ومجمع الملك سلمان العالمي للغة العربية،٢٠٢٢).

الإنترنت، وتمكين الزائر من التعديل على هذا المسار مما يضفي عنصر الاستمتاع الشخصي بالزيارة المتحفية الافتراضية (Amigoni, F., & Schiaffonati, V. ,2009).

وينهض هذا النظام بهذه المهمة عن طريق أربعة وكلاء، يتخصص كل منهم في القيام بمهمة محددة، ليتكامل بها مع الوكلاء الآخرين لإنجاز عملية التنظيم المتحفي على الوجه الأكمل، وهم وكيل التحضير Preparator agent، وكيل التوزيع Allocator agent، وكيل الإبحار Navigator agent، وكيل المُعلِق Commentator agent.

١. وكيل التحضير Preparator agent ينهض بمهمة تصنيف القطع والمجموعات المتحفية أو تقسيمها إلى مجموعات وفقًا لخصائصها المادية أو الثقافية وذلك طبقًا لاشتراطات المستخدم للنظام.
٢. وكيل التوزيع Allocator agent يتولى مهمة ترتيب وتوزيع المجموعات والقطع المتحفية بالمساحة التي تم إمداده بها مع تحديد منافذ الخروج وغيرها من السمات الأخرى، ليقدم أفضل ترتيب للمجموعات المتحفية، وإذا خفق هذا الوكيل في هذه المهمة يطلب من وكيل التحضير إعادة تصنيف المجموعات وتقسيمها مرة أخرى للتوافق مع المساحة المطروحة.
٣. وكيل الإبحار Navigator agent يسمح للزائرين الذين يودون إجراء الزيارات الافتراضية للمتحف بإنشاء المسارات المخصصة بهم.
٤. وكيل المُعلِق: Commentator agent يعمل على إمداد الزائرين بالمعلومات عن القطع المتحفية التي يراد معرفة المعلومات حولها أثناء الزيارة الافتراضية، ليقوم بإنشاء نافذة تعرض المعلومات والنماذج ثلاثية الأبعاد المخزنة بقاعدة بيانات المتحف للقطعة التي تعرض(Mantovan, L., & Nanni, L. ,2020).

وقد لفت انتباه الباحثة أن الوكيلين الأول والثاني موجهان بصفة أساسية إلى أمناء المتحف للمساعدة في عملية تنظيم العرض المتحفي، ويمكن للزائر أيضًا الاستفادة منهما في عملية تنظيم العرض الافتراضي الذي يوده. أما الوكيلان الثالث والرابع فهم موجهان لزائري المعارض الافتراضية فقط وليس لأمناء المتحف أو زائري المتحف بالزيارات التقليدية.

جُرِب هذا النظام بالمتحف الأثري المدني بإيطاليا Civic Archaeological Museum[٢٧] لتنظيم جزء من مجموعاته الأثرية، وقد أشرف على هذه التجربة وتقييم نتائجها

27 https://www.museoarcheologicomilano.it/

عدد من الخبراء في مجال الآثار والتي أسفرت عن نتائج مقبولة ومُرضية من قبلهم تجاه هذا النظام(Amigoni, F., & Schiaffonati, V. ,2009) .

د. تقنية رؤية الحاسب الآلي Computer vision (CV):

تتعدد مجالات استخدامها بالمتاحف ويتداخل استخدامها مع تقنيات أخرى وعلى رأسها تعلم الآلة؛ لتقدم حلولا ذكية بمجال العمل المتحفي، فمن نماذج المتاحف التي قامت باستثمار هذه التقنية في مجال تحسين خبرات زائري المتاحف، متحف مؤسسة بارنز بفيلادلفيا Barnes Foundation Museum[٢٨] عن طريق تطوير تطبيق هاتف ذكي يعتمد على تقنية رؤية الحاسب الآلي (CV)، والذي أطلق عليه بارنز فوكاس"Barnes Focus"[٢٩]؛ ليمكن زائري المتحف من عملية التعرف على القطع المعروضة عند توجيه كاميرا الهاتف الذكي صوبها، ليمد الزائر بالمعلومات الشارحة لها حتى وإن التقِط جزء صغير من القطعة دون القطعة كاملة؛ ذلك لأنه دُرِب على الآلاف من الصور الخاصة بكل قطعة، وذلك عن طريق خوارزميات التعلم العميق، ويتيح هذا التطبيق ترجمة المعلومات المتحفية بأكثر من لغة بلغت تسع لغات[٣٠]، فضلا عن إتاحته حفظ ما عُرِض من معلومات أثناء الزيارة المتحفية وإرسال الروابط الفائقة المتعلقة بالقطع ومعلوماتها على البريد الإلكتروني الخاص بالزائر ليتمكن من الاطلاع عليها لاحقًا، وذلك إلى جانب تمتعه بسهولة الاستخدام (Barnes Foundation,2022).

هذا بالإضافة إلى تجربة متحف متروبوليتان للفنون باستخدام هذه التقنية في عملية تعزيز الوصول واستكشاف محتوى مجموعات الصور التراثية المرقمنة، التي تزيد عن ٤٥٠٠٠٠ صورة، حيث حددت الكلمات المفتاحية الخاصة بـ ٢٣٣٠٠٠ صورة بالاستعانة بهذه التقنية للحكم على مدى صحة الكلمات المفتاحية التي حددت يدويًا من قبل أمناء المتحف بالتعاون مع هيئات أخرى خارجية، فضلا عن تعاون المتحف مع خدمة رؤية الحاسب الآلي المقدمة من شركة جوجل Google Vision وشركة مايكروسوفت Microsoft Azure لتعيين الكلمات المفتاحية لمجموعات المتحف تلقائيًا، مما يسهل من عمليات البحث عن والوصول إلى مجموعات المتحف على الإنترنت (Murphy, O., & Villaespesa, E. 2019) .

(28) https://www.barnesfoundation.org/

(29) https://barnesfoc.us/

(٣٠) الإنجليزية، الإسبانية، الفرنسية، الألمانية، الإيطالية، الروسية، الصينية، اليابانية، والكورية.

قام المتحف الأثري المدني بمدينة بولونيا بإيطاليا The Archaeological Civic Museum of Bologna[٣١] باستثمار هذه التقنية وما يتولد من بيانات ضخمة متعلقة بزائري المتحف في تقييم ردود فعل الزائرين تجاه المجموعات المتحفية المعروضة وتفاعلهم معها، ومدى قربهم أو بعدهم عن القطعة أثناء الزيارة المتحفية، وتعبيرات وجوههم، والمدة الزمنية للوقوف أمام القطعة، مما ساعد أمناء المتحف في عملية تنظيم العرض المتحفي، وتحديد الأماكن المناسبة للقطع الأكثر إقبالا من قِبَل الزائرين، فضلا عن دراسة سلوك الزائرين وسماتهم ومعرفة القطع المفضلة لديهم.

ويعبر رد فعل مدير المتحف روبرتو غراندي Roberto Grandi عن انبهاره وتقديره لهذه التجربة باعتقاده أن الذكاء الاصطناعي سيساعد أمناء المتحف على فهم سلوكيات الزوار بشكل أفضل عندما ينظرون إلى المجموعات المتحفية، بالإضافة إلى توافر الفهم العميق لآليات إدراك وتقدير الفن باستخدام الذكاء الاصطناعي، فضلا عن الإمكانيات الهائلة لمعالجة قدر كبير من البيانات كان من الصعب القيام بها إذا تمت بالطرائق التقليدية (Charr,M., August, 10, 2021).

مضيفًا أنه يمكن للنظام الكشف عن العديد من الحقائق التي أسيء فهمها حتى الآن حول الطريقة التي يتفاعل بها الزائرون مع المعروضات داخل المؤسسات الثقافية.

هـ. تقنية معالجة اللغة الطبيعية Natural Language Processing (NLP):

تقع هذه التقنية ضمن مجال تفاعل الإنسان مع الآلة Human Computer (HCI) Interaction فيما يتعلق بفهم وتحليل اللغة البشرية وما تتضمنه من معان مختلفة، وتعتمد هذه التقنية بشكل كبير على خوارزميات تعلم الآلة، ومما تتضمنه هذه التقنية من عمليات تحليل المشاعر، والترجمة الآلية، وتحويل النص إلى صوت والعكس، ويشيع استخدام هذه التقنية في العديد من تطبيقات الذكاء الاصطناعي وعلى رأسها تقنية تطبيقات المحادثة الآلية Chatbot كما سبق الذكر.

ومن ضمن مجالات استثمار هذه التقنية في مجال العمل المتحفي عملية تحليل آراء وانطباعات الزائرين أثناء وبعد انتهاء الزيارة المتحفية ملحقة بعملية تحليل المشاعر المتضمنة بهذه التعليقات، تمامًا كما أوضحت تجربة المتحف الأمريكي لتاريخ الطبيعة The American Museum of Natural History[٣٢] بقيامه بتحليل آراء زائري المتحف

(31) http://www.museibologna.it/archeologico

(32) https://www.amnh.org/

والمشاعر المتضمنة بها عن طريق الاستبيان المرسل بعد انتهاء الزيارة إلى البريد الإلكتروني الخاص بالزائر والمجمع أثناء عملية شراء تذاكر المتحف، والتي استخدمت بها خدمة IBM Watson المجانية لتحليل المشاعر، كذلك قيامه بالتجربة نفسها بالاستعانة بخدمة معالجة اللغة الطبيعية المقدمة من شركة جوجل Google's (NLP) service لتحليل آراء زائري المتحف والمسجلة على منصة TripAdvisor، وبذلك قد واجه المتحف أحد التحديات المتعلقة به والمتمثل في تحليل مراجعات زائري المتحف في الوقت المناسب وبطريقة فعالة من حيث التكلفة

. (Murphy, O., & Villaespesa, E. 2019)

ويقدم متحف قطر الوطني نموذجًا آخر لاستثمار هذه التقنية في مجال المتاحف عن طريق إطلاقه التجريبي لمنصة المتحف الافتراضي NMoQ Explorer، وذلك بالاستعانة بمنصة Azure OpenAI المقدمة من شركة مايكروسوفت، حيث تمكن هذه المنصة من عمليات البحث متعدد اللغات عن مقتنيات المتحف، فضلا عن ربط القطع بسياقها المكاني والزمني عن طريق خريطة تفاعلية Interactive map، وخط زمني تفاعلي Interactive timeline، كما تمكن هذه الأدوات من التصفح المكاني والزمني للمجموعات التراثية القطرية باختيار الموقع الأثري وعرض ما عثر فيه من قطع مختلفة، وكذلك الأمر فيما يتعلق بالعصور الزمنية الخاصة بهذه القطع، حيث تختار الحقبة الزمنية وتعرض القطع التي ترجع إليها (متاحف قطر، مايو، ٣٠، ٢٠٢٣).

و. تقنية تعلم الآلة Machine Learning (ML):

تعد المظلة الأم لتقنيات الذكاء الاصطناعي المطبقة بمجال المتاحف؛ حيث إنها تتداخل مع العديد من التقنيات كالمحادثة الآلية ومعالجة اللغة الطبيعية ورؤية الحاسب الآلي في الكثير من التطبيقات المتنوعة داخل المتاحف، ويرتبط بها خوارزميات التعلم العميق والشبكات العصبية، ويعتبر الاستخدام الشائع لها في مجال المتاحف في عملية التحليلات التنبؤية للبيانات؛ من أجل التنبؤ بالأحداث المستقبلية بناء على البيانات المتاحة (Murphy, O., & Villaespesa, E. (2019)، ومن أجل ضمان جودة ودقة عملية التحليلات التنبؤية وضمان التدريب الملائم والكافي للحاسب الآلي بعملية التعلم الآلي لا بد من توافر كم هائل من مجموعات البيانات Datasets، وهذا ما تكفله البيانات الضخمة Big data كعامل تمكين ومتطلب أساسي لخوارزميات تعلم الآلة، وذلك لضمان إدارة عملية اتخاذ القرار بكفاءة وفعالية عالية(Vidu, C.,et al.,2021) خاصة فيما يتعلق بالتنبؤ باحتياجات وتطلعات الزائرين، ودراسة ردود أفعالهم وانطباعاتهم.

ومن المتاحف التي عمدت إلى استثمار تقنية تعلم الآلة والبيانات الضخمة في عملية إدارة الزيارات المتحفية ما قام به المعرض الوطني بالمملكة المتحدة The National gallery[٣٣] بالتحليلات التنبؤية لدراسة بيانات زائري المتحف للتنبؤ بأعداد وفئات وأعمار الزائرين المحتملين مما يمكن المتحف من التخطيط المستقبلي الجيد لتنظيم المعارض المتحفية وخاصة المعارض المؤقتة من حيث المساحة المتطلبة لاستيعاب الزائرين، والأيام والأوقات التي يتوقع ازدحام فيها لزيارة المعرض، التوقعات اليومية والأسبوعية لأعداد الزائرين، المدد التي سيقام فيها المعرض وإمكانية مد فترة إقامته، فضلا عن توقع الإيرادات المالية الناتجة من هذه المعارض(Murphy, O. & Villaespesa, E. 2019).

بينما تختلف تجربة متحف دالي بفلوريدا The Salvador Dalí Museum[٣٤] بمشروعه المبتكر، الذي منح الزائرين الفرصة لمعرفة المزيد عن حياة الفنان دالي Dali وأعماله الفنية عن طريق حوار شخصي معه باستخدام أحدث تقنيات الذكاء الاصطناعي، التي تعرف بتجربة "Dali Lives"، والتي تم فيها استخدام التعلم العميق لتدريب الحاسب الآلي على محاكاة ملامح ونظرات وحركة جسم ومشي وإيماءات الفنان دالي ونبرة صوته وطريقة كلامه والمقولات الشائعة الخاصة به؛ ليتم تقديم نسخة فريدة من الفنان مرة أخرى يتم عن طريقها التعريف بأعماله الفنية، والدافع من وراء كل عمل فني، والتقنية المستخدمة لرسمها، فضلا عن إقامته لحوار تفاعلي مع زائري المتحف، وقيامه بتصوير الصور الشخصية مع الزائرين وإرساله للصورة على الهاتف الذكي الخاص بالزائر بتتبعه بعض التعليمات، وذلك عن طريق شاشة تفاعلية تعرض عن طريقها هذه التجربة(Hanke,H. Jun 10, 2019).

وتستمر تجارب استثمار تعلم الآلة في التنوع بين العديد من المتاحف، وذلك ما تعكسه تجربة متحف ريجكس بهولندا Rijksmuseum[٣٥] بالاستعانة بخوارزميات التعلم العميق في تكملة الجزء الأيسر والسفلي المفقودين من اللوحة الفنية المعنونة بدورية الليل[٣٦] "The Night Watch" (Davis- Marks. I, June 25, 2021) .

(33) https://www.nationalgallery.org.uk/

(34) https://thedali.org/

(35) https://www.rijksmuseum.nl/nl

(٣٦) تعتبر لوحة دورية الليل من أشهر لوحات الفنان رامبرانت عام ١٦٤٢ وتعرف أيضًا باسم الحارس الليلي، أو الضباط والحراس المدنيين في المنطقة الثانية في أمستردام، تحت قيادة النقيب فرانس بانيك كوك والملازم ويليم فان رويتينبيرش، المعروفين باسم "The Night Watc" (Rijksmuseum.2023).

هذا إلى جانب ما قام به متحف بتهوفن بألمانيا Beethoven House Museum[٣٧] بالتعاون مع شركة Playform AI[٣٨] ومجموعة من علماء الموسيقى والخبراء في مجال الذكاء الاصطناعي والموسيقى الآلية من إكمال السيمفونية العاشرة غير المكتملة لبتهوفن، والتي لم يستطع إكمالها بسبب تدهور حالته الصحية ورحيله تاركا القليل من النوت الموسيقية المتعلقة بهذه السيمفونية، فما كان من مجموعة العمل المخصصة لهذه التجربة إلا القيام بتدريب الحاسب الآلي على المقطوعات الكاملة وجميع النوت الموسيقية الخاصة ببتهوفن لاقتراح تكملة السيمفونية العاشرة من خلال استنباطه للنمط الخاص بجميع السيمفونيات الخاصة به، وعُرِضت هذه السيمفونية كاملة في التاسع من شهر أكتوبر عام ٢٠٢١ بمدينة بون بألمانيا احتفالا بذكرى مولد بيتهوفن(Elgammal,A. , September 24, 2021).

وعلى صعيد التجارب العربية تتمثل تجارب استخدام خوارزميات تعلم الآلة في تطوير تطبيق للتنقيب عن المعرفة knowledge mining لمتحف البريد المصري[٣٩] يعمل على توفير وإتاحة المعلومات المتعلقة بمقتنيات المتحف لتعزيز تجربة زائري المتحف وإمدادهم بالمعلومات التي تفيد الباحثين والمهتمين في المجال، إلى جانب تدشين تطبيق افتراضي مساعد لزائري المتحف؛ لتيسير عملية الوصول إلى المعلومات المتعلقة به ومقتنياته والرد على استفسارات الزائرين (أيمن الحسيني، ديسمبر ٣١، ٢٠٢١).

وبعد أن استعرضت تجارب استثمار تقنيات الذكاء الاصطناعي المتنوعة بالعديد من المتاحف على المستوى العالمي والعربي، فعلى الرغم من تعدد هذه التجارب، فإن عملية استثمار تقنيات الذكاء الاصطناعي بالمتاحف ما زالت في بدايتها ولم تتصدر الاهتمام المتوقع مقارنة بما تتيحه هذه التقنيات من إمكانيات غير مسبوقة على مستويات مجال العمل المتحفي كافة، فوفقًا لأحدث إصدارات التقرير الإحصائي لمقياس الابتكار المتحفي الصادر عن مؤسسة ميوزيم بووستر "Museum Booster" لعام ٢٠٢١، فإن نسبة ٤٩% من المتاحف على مستوى العالم لا تستخدم الذكاء الاصطناعي على الإطلاق في أي من وظائفها وخدماتها، بينما أدلت نسبة ١٧% بأنهم يستخدمونها في عدد من المجالات المتعلقة بالمجموعات والإدارة والتعليم والشؤون المالية (Museum Booster,2021)، وهذا ما أثبتته نسبة الاستخدام المنخفضة الواردة بهذا التقرير.

37 https://www.beethoven.de/en/museum

38 https://www.playform.io/

39 https://beta.sis.gov.eg/ar/%D9%85%D8%B5%

وإذا تم النظر على مستوى مجالات استثمار هذه التقنيات بالمتاحف سيلاحظ أنها موجهة في الأساس إلى الزائرين وتعزيز تجاربهم بالزيارات المتحفية عن استثمارها بالعديد من الوظائف المتحفية الأخرى، وهذا ما تؤكده النسب الواردة بالتقرير الإحصائي السابق، والمتعلقة بمجالات استخدام الذكاء الاصطناعي وذكاء البيانات بالمتاحف، حيث أدلت نسبة ٧٢% من المتاحف بأن الغرض من ذلك تعزيز تجارب الزائرين، بينما انخفضت نسب استخدام الذكاء الاصطناعي وذكاء البيانات المتعلقة بالوظائف المتحفية وتمكين موظفي وأمناء المتحف لتصل ٤٧% لتحسين العمليات والوظائف المتحفية، و٢٦% لتمكين الموظفين بالمتاحف (Museum Booster,2021)، ونظرًا لضرورة توجيه الاهتمام إلى الوظائف والعمليات المتحفية جنبًا إلى جنب مع الاهتمام بالخدمات الموجهة إلى زائري المتحف كأساس لتحقيق جودة هذه الخدمات، تسعى الدراسة في جزئها الأخير إلى تحقيق التوازن بين مجالات وأغراض استثمار هذه التقنيات بالمتاحف لتقدم تخطيطًا لتكاملها معًا بالمتاحف المصرية لتتضمن كلا من العمليات الوظيفية بالمتاحف والخدمات المقدمة للزائرين وتعزيز تجارب الزيارات المتحفية.

وفيما يتعلق بالتجارب العربية لاستثمار تقنيات الذكاء الاصطناعي بالمتاحف، فيلاحظ ندرتها إذا قورنت بالتجارب الأجنبية، علاوة على عدم توافر التوثيق الكافي لها بالدراسات البحثية والمصادر العربية، حيث كانت التقارير الإخبارية الواردة ببوابات الأخبار، والصحف، والقنوات الإخبارية هي المصدر الوحيد لهذه التجارب دون إلقاء الضوء على بعض التفاصيل المهمة المتعلقة بهذه التجارب كالتقنيات المستخدمة بهذه التجارب، التخطيط وخطوات التطبيق، نتائج هذه التجارب وردود فعل موظفي المتحف والزائرين، وغيرها من البيانات التفصيلية التي توثق مثل هذه التجارب غير المسبوقة والمؤثرة في مجال العمل المتحفي بالمتاحف العربية.

٣. ردود فعل وآراء المجتمع تجاه تطبيقات الذكاء الاصطناعي بمجال التراث الثقافي:

تدل النسب والآراء الواردة بالعديد من الدراسات البحثية التي تناولت تجارب المتاحف العالمية على الانطباع الإيجابي لدى الفئات المتنوعة من المهتمين والمتخصصين بمجال المتاحف، وذلك على مستوى زائري المتاحف، أو مديريها وموظفيها، أو الباحثين والعلماء بهذا المجال، فمن خلال العرض السابق للتجارب العالمية للمتاحف التي قامت باستثمار عدد متنوع من تطبيقات الذكاء الاصطناعي تبين وجود قبول وترحيب بمثل هذه التطبيقات من قبل الفئات المتنوعة ممن جرت عليهم الدراسات المتطلعة لقياس رضا مستخدميها.

وعلى مستوى المتعاملين مع مؤسسات التراث الثقافي بصفة عامة من المهنيين والزائرين ممن جرت عليهم الدراسة الكيفية المستهدفة التعرف على آراء وانطباعات المتعاملين مع هذه المؤسسات والتي جرت بإسبانيا٤٠، فقد كانت الآراء تجاه استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي بهذه المؤسسات إيجابية وحظيت بالاهتمام الشديد فضلا عن تعبير البعض من زائري هذه المؤسسات عن الاحتياج الشديد لمثل هذه التجارب وخاصة تطبيقات المحادثة الآلية بمواقع المتاحف الإلكترونية على الإنترنت، إلى جانب تعبير البعض الآخر عن شعوره بالاندماج مع المتحف ومعروضاته عند خوضه تجربة اصطحاب الروبوت له بأحد المتاحف في جولة متحفية وإمداده بالمعلومات اللازمة، وما اصفح عنه أيضًا أحد الزائرين بأن مثل هذه التطبيقات ستجعل زائري مؤسسات التراث الثقافي أكثر انخراطًا وانجذابًا إليها، وسيحصل الزائرين على تجارب زيارة أكثر إرضاء وملاءمة وثراء، هذا على مستوى زائري هذه المؤسسات، أما على مستوى المهنيين فقد كان هناك إجماع على أن المؤسسات الثقافية من أكثر الأماكن ملاءمة لتطبيق الذكاء الاصطناعي وتقنياته المختلفة، خاصة الروبوت بالمتاحف؛ حيث إنها ستكون المكان المناسب للتطورات المستقبلية في هذا المجال، كما أنهم توقعوا أن الذكاء الاصطناعي سيشكل حلقة الوصل بين الزائرين وبين هذه المؤسسات وسيؤدي أدورًا فاعلة بالنسبة لكل من المؤسسات الثقافية والزائرين عن طريق المساعدة في تقديم زيارات أكثر توافقًا مع احتياجات ورغبات الزائرين من جهة، ومن جهة أخرى سيساعد هذه المؤسسات في الارتقاء بمستوى الأداء عن طريق إمدادهم بردود الأفعال والتغذية المرتدة الخاصة بالزائرين، وذلك نظرًا لما يتيحه من إمكانيات هائلة لعمليات استخراج وتحليل البيانات، مما يعزز من ارتباط الزائرين بالمؤسسات الثقافية ويقوي من روابط التواصل بين كل من الطرفين (Orea-Giner, A. et al., 2022).

فخلاصة القول فيما يتعلق بردود الفعل والانطباعات المتعلقة باستثمار تقنيات الذكاء الاصطناعي بمؤسسات التراث الثقافي عامة والمتاحف خاصة، إنها حظيت بالقبول وكان أثر هذه التجارب على مجتمع المستخدمين والعاملين بهذه المؤسسات إيجابيًا، وهذا لا يعني وجود ما يثير القلق تجاه هذه التطبيقات خوفًا من أن تحل محل أمناء المتاحف، أو القلق تجاه ما يجمع من بيانات عن الزائرين وتفضيلاتهم وما يتعلق بقضايا خصوصية المستخدم،

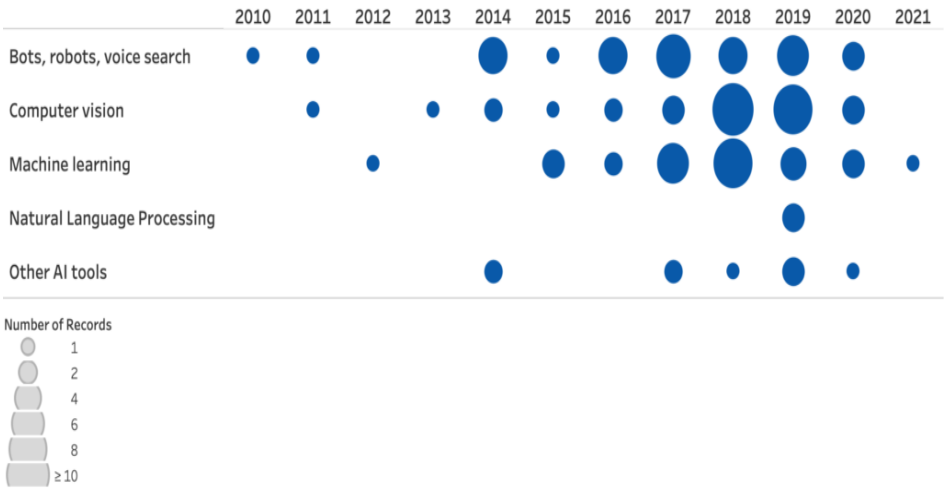
(٤٠) حيث إنها تعد إحدى الدول الأكثر جذبًا للنشاط السياحي والتي يتوجه إليها السائحون سنويًا لدوافع السياحة الثقافية، فوفقا لإحصاءات وزارة الثقافة بإسبانيا فقد بلغت عدد الرحلات إليها ٨ مليون رحلة عام ٢٠٢٠ لدوافع ثقافية(Orea-Giner, A., et al., 2022) .

لكن هناك بعض الأطر الأخلاقية والاجتماعية والتشريعية التي يجب أن تحظى بالاهتمام من قبل الجهات الحكومية بالدول؛ لتنظيم وضبط عمليات الاستثمار بهذه التقنيات؛ للاستفادة من إيجابياتها والحد من سلبياتها كأي تطور تقني أُستُثمِر من قبل.

٤. مبادرات ومشروعات الذكاء الاصطناعي بمجال التراث الثقافي:

تعددت المبادرات والمشروعات المتعلقة بتقنيات الذكاء الاصطناعي بمجال التراث الثقافي نوعًا وكمًا على المستوى العالمي، فقد رصد موقع الفنون والمقاييس Arts & Metrics[٤١] ١٢٢ مبادرة ومشروع على مدار ١١ عامًا تتراوح ما بين عامي ٢٠١٠ حتى عام ٢٠٢١، تنوعت فيها تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة لتتضمن تعلم الآلة، رؤية الحاسب الآلي، الروبوت، التحليلات التنبؤية، تحليل المشاعر، خوارزميات نظم التوصيات وغيرها من التقنيات الأخرى، وقد تنوعت المؤسسات التي أطلقت هذه المبادرات والمشروعات أو تمت بها بين المتاحف، والمعارض الفنية، والأرشيفات، والمسارح، ومراكز الفنون، والمختبرات الفنية، وقد بلغت هذه المبادرات والمشروعات ذروتها عامي ٢٠١٨ و ٢٠١٩، وهذا ما يعكسه شكل(١).

(Villaespesa, E., March 25, 2021)



شكل (١) مبادرات الذكاء الاصطناعي بمؤسسات التراث الثقافي في الفترة (٢٠١٠-٢٠٢١)

وجدير بالذكر أن من بين هذه المشروعات، جاء مشروع المسح الرقمي ثلاثي الأبعاد 3D scanning بوصفه المشروع الوحيد على المستوى العربي، والذي طُبق بالمتحف

(41) https://www.artsmetrics.com/en/home / .

المصري عام ٢٠٠٣ باعتباره أحد المشروعات الأولية التي اعتمدت على تقنية رؤية الآلة Machine vision باعتبارها إحدى تقنيات الذكاء الاصطناعي التي صُمِمت واستخدامت لالتقاط أبعاد القطع وتمثيلها بمواصفاتها الحقيقية تمهيدًا لإتاحتها إلكترونيًا على الإنترنت للعمل على نشر الثقافة والتراث المصري(Farouk, M., et al., 2003).

ومن نماذج هذه المبادرات والمشروعات على المستوى العالمي مبادرة التحليلات التنبؤية للزيارات[٤٢] Predictiveanalytics for visitation عام ٢٠١٧، التي اعتمدت على تقنية التحليلات التنبؤية Predictive analytics ،والتي طبقت بالمعرض الوطني بالمملكة المتحدة National Gallery (UK)، وذلك لتحليل البيانات السابقة لحضور الزوار؛ من أجل التنبؤ بأعداد زوار المعرض، كما قامت بدمج بيانات حضور الزوار الخاصة بمبنى المتحف مع بيانات الزيارات الافتراضية لموقع الويب؛ لنمذجة بياناتها والتمكن من التنبؤات المستقبلية لزيارات المستفيدين.

كذلك مشروع التنقيب عن النصوص[٤٣] Text Mining Project عام ٢٠١٦، بمتحف ستيديليك بأمستردام [٤٤] Stedelijk Museum بالاعتماد على تقنية التنقيب عن النصوص وتعلم الآلة Text mining/ Machine Learning والشبكات العلائقية لتحليل محتوى الوثائق والمحفوظات التاريخية الفنية (Villaespesa, E., March 25, 2021).

أما على مستوى المبادرات والمشروعات بالعالم العربي، فيندر وجود مثل هذه المبادرات أو المشروعات؛ حيث إنه لم يعثر إلا على مبادرة واحدة صادرة عن منظمة العالم الإسلامي للتربية والثقافة والعلوم (إيسيسكو) بعنوان "بيت الإيسيسكو الرقمي"، والتي تهدف إلى تقديم الخبرات والبرامج المتخصصة في مجال حماية التراث الثقافي، وطرائق المحافظة عليه تحديدًا في وقت الأزمات، وجاء من بين بنودها الاهتمام بعملية توثيق التراث الثقافي باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي، وقد أطلقت هذه المبادرة عام ٢٠٢٠ في محاولة لدعم جهود الدول الأعضاء في عملية مواجهة جائحة كورونا (كوفيد ١٩)، والعمل على إيجاد الحلول البديلة لضمان استدامة العمل التربوي والعلمي والثقافي الذي تنهض به (منظمة العالم الإسلامي للتربية والثقافة والعلوم (إيسيسكو)، أبريل،١٥، ٢٠٢٠).

(42) https://www.computerworlduk.com/data/national-gallery-uses-predictive-analytics-overhaul-museum-3663144/

(43) http://dh2016.adho.org/static/data/539.html

(44) https://www.stedelijk.nl/nl

هذا بالإضافة إلى بروتوكول تعاون بين وزارتي الثقافة وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات بجمهورية مصر العربية في إطار المشروع القومي لتحديث مصر، والذي يهدف إلى إعادة إحياء التراث الثقافي والفني المصري من خلال الاستثمار الأمثل لتقنيات الذكاء الاصطناعي والواقع الافتراضي وأنظمة العرض ثلاثي الأبعاد (هولوجرام)، إلى جانب وضع الخطط اللازمة لتأسيس معمل لتطوير المحتوى الثقافي والفني المصري باستخدام هذه التقنيات (وزارة الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات، فبراير، ٢٦، ٢٠٢٠).

كذلك ما وقعته جمهورية مصر العربية مع فرنسا ممثلة في وزارة الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات المصرية، ووزارة الاقتصاد والمالية والإنعاش الفرنسية من إعلان نوايا بين الدولتين؛ بهدف بحث إمكانية التعاون في تطوير الذكاء الاصطناعي والخدمات الرقمية داخل الحكومة في تطوير تطبيقات الذكاء الاصطناعي في عدة مجالات منها توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الثقافة والتاريخ وحفظ التراث الثقافي (بوابة معلومات مصر، أكتوبر،٢٥، ٢٠٢١).

علاوة على ذلك ما قام به متحف قطر الوطني بتوقيع مذكرة تفاهم مع شركة مايكروسوفت لتعزيز خططه الرامية إلى التحول الرقمي لإضفاء تجارب فريدة للزوار خلال رحلتهم الثقافية داخل المتحف لعرض تحفه الفنية بأحدث الطرائق الذكية، وستتضمن الاتفاقية أيضًا تدشين قسم خاص بالتعاون مع مركز مايكروسوفت الرقمي للذكاء الاصطناعي، وذلك لتدريب الموظفين على المهارات اللازمة وتعزيز خبرات وتجارب التعلم الرقمي على صعيد المدارس والعائلات باستخدام تقنيات حديثة مثل الذكاء الاصطناعي (مايكروسوفت، يونيو،١، ٢٠٢١).

ومن الجدير بالذكر أن لجائحة كورونا (كوفيد ١٩) تأثير بالغ على دفع عملية تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي بقطاع الثقافة كباقي القطاعات الأخرى، وهذا ما ورد بتوصيات الاجتماع الاستثنائي عن بعد لوزراء الثقافة في الوطن العربي حول تأثيرات أزمة كورونا على القطاع الثقافي في البلدان العربية الذي عقد في ١١ مايو ٢٠٢٠، والذي هدف بصفة أساسية إلى مناقشة تأثيرات أزمة فيروس كورونا المستجد على القطاع الثقافي في البلدان العربية، والذي أسفر عن عدد من التوصيات التي كان من أولها حث الدول العربية على الإسراع في استكمال التحوّل الرّقمي وتوظيف تقنيات الذّكاء الاصطناعي وغيرها من التقنيات المتقدمة لإنتاج المحتوى الثقافي ودعم الصناعات الثقافية والإبداعية (الهيئة العامة للاستعلامات، مايو،١٢،٢٠٢٠)، لكن بالبحث عن المبادرات والمشروعات المتعلقة بهذا

الشأن لم يتم العثور إلا على مبادرة واحدة وبروتوكول تعاون واحد فقط على مستوى الدول العربية؛ ويمكن أن يكون عدم إدراج قطاع الثقافة والتراث الثقافي في العديد من الخطط الاستراتيجية والسياسات الوطنية للذكاء الاصطناعي للدول العربية سببًا في ندرة هذه المبادرات أو المشروعات، حيث إنه لم يدرج هذا القطاع سوى بالاستراتيجية الوطنية للذكاء الاصطناعي الخاصة بجمهورية مصر العربية فقط دون الاستراتيجيات الأخرى الصادرة عن الدول العربية[٤٥]، وقد ورد هذا القطاع بالمحور المتعلق بالذكاء الاصطناعي من أجل التنمية (AI4D)، والمعني بتحديد وتنفيذ مشاريع تجريبية في عدد من القطاعات الاستراتيجية، والتي من بينها قطاع الثقافة (وزارة الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات، ٢٠٢١).

بخلاف ذلك توجد العديد من الندوات واللقاءات التي تمّت للحث على استثمار هذه التقنيات في مجال التراث الثقافي بصفة عامة، ومجال المتاحف على وجه الخصوص.

ثالثا: الدراسة التخطيطية: استثمار تقنيات الذكاء الاصطناعي بالمتاحف المصرية:

بالإضافة إلى ما يمكن استثماره من أفكار وتجارب قامت بها المتاحف أو المؤسسات الثقافية الأخرى، يسعى هذا الجزء من الدراسة إلى تخطيط العمل والوظائف المتحفية بالمتاحف المصرية وخدماتها المقدمة لزائريها وفقًا للعديد من تقنيات الذكاء الاصطناعي ودعم هذا التخطيط بعدد من التصورات لاستثمار هذه التقنيات بما يبرز قيمة التراث المصري والمجموعات المتحفية بالمتاحف المصرية، بداية من دخول القطع والمجموعات المتحفية حتى خروجها من المتحف وفقًا لأغراض الإعارة أو التبادل أو غيرها، مرورًا بالأقسام الوظيفية المتنوعة كافة بالمتحف وتقديم الخدمات المتحفية المتنوعة، ويجدر الذكر بأن تكامل هذه التقنيات معًا ستحسن من القدرات المعرفية الخاصة بنظام إدارة المحتوى المتحفي الخاص بالمتحف، فضلا عن الفوائد والمكتسبات الثمينة المتعلقة بالحفاظ على الهوية المصرية وتراثها الثقافي ونشره على النطاق العالمي، وتعزيز الحس والانتماء الوطني جيلا بعد جيل.

١. عناصر الخطة المقترحة:

١,١ المدى الزمني المقترح لتنفيذ الخطة: فيما يتعلق بالمدى الزمني المقترح لتنفيذ هذه الخطة، تقترح الدراسة بأن تكون خطة طويلة المدى تستمر لمدة خمسة أعوام منذ عام

(٤٥) تلك الاستراتيجيات والسياسات التي أتيحت على الإنترنت، وقد بلغت ثلاث استراتيجيات لثلاثة دول أخرى بخلاف جمهورية مصر العربية، هذه الدول المملكة العربية السعودية، والإمارات العربية المتحدة، وقطر.

٢٠٢٣؛ تماشيًا مع المراحل الثلاث لخطة الدولة للذكاء الاصطناعي، والتي تمتد منذ عام ٢٠٢٠ حتى عام ٢٠٣٠، تحديدًا المرحلة الأولى[٤٦] التي تسعى فيها الدولة لإثبات قيمة الذكاء الاصطناعي وتقنياته بعدد من المجالات الأساسية المختلفة والتي منها مجال الثقافة، ليمتد التنفيذ للخطة المقترحة بهذه الدراسة حتى الانتهاء من أكبر قدر من تنفيذ وترجمة التصورات المقترحة بها على أرض الواقع وفقًا للإمكانيات المادية والبشرية المتوافرة، للاستفادة أيضًا مما يوفره الذكاء الاصطناعي من دعم بالغ الأثر لتحقيق خطة الدولة لأهداف التنمية المستدامة ٢٠٣٠.

٢,١ الجهة المسؤولة عن تنفيذ عناصر الخطة ومتابعتها: ويقترح لمتابعة التخطيط المقترح من جانب الدراسة وتنفيذ ما ورد بها من تصورات وأهداف تولي وزارة الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات عملية تحقيق هذا التخطيط على أرض الواقع، ودراسة الوضع الحالي للمتاحف، وأهدافها واستراتيجياتها، وفئات وخصائص مجموعاتها، وطبيعة أنشطتها وخدماتها، وحجم الإقبال عليها وفقًا للفترات الزمنية المختلفة، وغير ذلك مما يتعلق بدراسة الوضع القائم لهذه المؤسسات قبل البدء في الإجراءات الفعلية لتنفيذ عناصر التخطيط المقترح، ومما يمهد الطريق لإنفاذ تقنيات الذكاء الاصطناعي المتنوعة.

٣,١ الموارد البشرية اللازمة لتنفيذ الخطة المقترحة: يُتطلب لتنفيذ التخطيط المقترح عدد من الموارد والكفاءات البشرية التي تنقسم إلى فئتين، إحداهما تتعلق بالأمور التقنية والتي تتنوع ما بين مديري قواعد بيانات، اختصاصي محتوى رقمي، مدير للموقع الإلكتروني للمتحف، مصممي ومحللي النظم، محللي البيانات، مهندسي البرمجيات، اختصاصي ذكاء اصطناعي، مدخلي البيانات.

والفئة الثانية تتعلق بالاختصاص بالعمل المتحفي وإدارته من الأقسام الوظيفية المختلفة كاختصاصي الصيانة والترميم، واختصاصي العرض المتحفي، واختصاصي التوثيق، والتسجيل وغيرهم.

٤,١ المتطلبات المادية والبرمجيات: وفي هذا الإطار تجدر الإشارة إلى أن التقنيات المشار إليها بالخطة المقترحة تتوافر لها العديد من الأدوات الممكنة من تطبيقها، فضلا عن أنها متاحة كأدوات منفتحة المصدر Open source tools، يتسنى للجهة التي ستنهض بمهام تنفيذ التصورات المقترحة بهذه الخطة الاستعانة بها لتحقيق هذه

(٤٦) والتي تمتد لثلاث سنوات بداية من عام ٢٠٢٠ حتى ٢٠٢٣.

التصورات على أرض الواقع بالمتاحف المصرية كاختيار أقل من حيث التكلفة المادية، وقد تركت الدراسة الحرية لهذه الجهات في اختيار البرمجيات الملائمة وفقًا للميزانيات الخاصة بها، ووفقًا لاختيارات سوق البرمجيات المتاحة.

٥,١ الأهداف المعلنة للخطة المراد تنفيذها:

أ. الاستفادة من إيجابيات تطبيق الذكاء الاصطناعي المتعلقة بالتعامل مع كميات ضخمة من البيانات ومن ثم دعم وتعزيز عمليات اتخاذ القرار، وتوفير المساعدة للعنصر البشري للقيام بالأعمال الروتينية المتكررة، واستمرارية العمل طوال ساعات وأيام الأسبوع، وتقليل الأخطاء الناتجة عن السهو أو تشتت الانتباه والتركيز المُعرض إليهم العنصر البشري.

ب. المساعدة في إضفاء جانب من الابتكار والإبداع في العرض المتحفي وتحسين تجربة الزائرين وإنماء عملية استقاء المعلومات والإفادة منها.

ج. توليد محتوى غير مسبوق نتيجة لقدرة هذه التقنيات على تقديم تحليلات ورؤى أعمق حول القطع والمجموعات، فضلا عن اكتشاف الأنماط المتضمنة التي يصعب على الإنسان اكتشافها، وتحليل القدر الهائل من البيانات التي ترجع إلى مختلف الحضارات وآلاف السنوات.

د. إتاحة مجالات وأنماط جديدة للتفاعل مع مقدرات التراث الثقافي المصري دون تعرضه للمخاطر الناجمة عن هذا التفاعل مع مجموعاته من قبل العديد من فئات الزائرين أطفالا كانوا أو بالغين، واكتشاف العديد من الأمور المبهمة والوصول إلى معارف وتفسيرات جديدة لبعض الأسرار المتعلقة به.

هـ. تحقيق أكبر قدر من الإفادة للزائرين ذوي الاحتياجات الخاصة من المحتوى الثقافي المقدم من قبل المتاحف، وزيادة وعيهم بقيمة التراث المصري وتفرده.

٢. التصورات والأفكار المتضمنة بالخطة المقترحة لاستثمار تقنيات الذكاء الاصطناعي بالمتاحف المصرية:

صُنفت هذه التصورات إلى فئتين لمراعاة كل من الجانب المتعلق بإدارة العمل المتحفي ووظائفه، والجانب المتعلق بزائري المتاحف وما يقدم إليهم من خدمات، وعززت هذه التصورات بشكل (٢) التوضيحي، والذي يبين كيفية العمل داخل المتحف ودور وموضع التقنيات المتعددة للذكاء الاصطناعي وتكاملها معًا داخل هذه البيئة.

ووجب الإشارة إلى ضرورة مراعاة تنفيذ هذه التصورات طبقًا لجداول زمنية وخطة عمل تحدد وترتب تنفيذ هذه التصورات وفقًا لمجموعة من الأولويات تحددها الجهة المنفذة، من حيث الأهم فالمهم بأقسام ووظائف وخدمات المتاحف، وتحديد البدائل المناسبة لتنفيذ هذا التخطيط المقترح مما يضمن نجاح عملية التنفيذ، وذلك بما يتوافق مع الميزانية والإمكانيات المادية والبشرية المتاحة، ثم تعميم هذا التنفيذ على أقسام المتحف كافة، وعلى العدد الأكبر من فئات المتاحف المصرية المتنوعة.

١,٢ المساعدة في إدارة العمل المتحفي

- بداية وأثناء توثيق دخول المجموعات إلى المتحف، وخلال عمل قسم التسجيل والتوثيق يمكن الاعتماد على تقنية رؤية الحاسب الآلي في عملية توثيق ووصف المجموعات المتحفية ماديًا وموضوعيًا مما يسهل من عمليتي الفهرسة والتصنيف والتكشيف الخاصة بالقطع، وتعيين رموز التصنيف والكلمات المفتاحية الملائمة عن طريق البحث الدلالي بأدوات العمل من قواعد الفهرسة وخطط التصنيف والمكانز المعتمدة من قبل المتحف للقيام بهذه العمليات، بعد أن تميز الفئة التي تندرج تحتها القطعة (أدوات زينة وحُلي، أدوات طعام ومائدة، أدوات زراعية، ملابس ونوع المادة الخام الخاصة بها، الحقبة الزمنية التي تنتمي إليها القطعة، وغير ذلك) .
- الاعتماد على هذه التقنية أيضًا في عملية فحص القطع المتحفية قبل دخولها للمتحف عند عودتها من الإعارات أو التبادل مع المتاحف الأخرى، أو عند استعارة المجموعات والقطع من المتاحف؛ لتحديد حالة القطع وتوثيقها عند الدخول أو الخروج من المتحف، مما يفيد في عمليتي الصيانة وتحديد الأضرار، والتأمين وتحديد القيمة التأمينية لهذه القطع.
- تنبيه أمناء الصيانة والترميم إذا مالوحظ تعرض قطعة ما إلى ضرر معين لحق بها، وذلك عن طريق هذه التقنية أيضا، مع تحديد الجزء الذي تعرض للضرر بدقة وتحديد نوع الضرر، واقتراح طرائق وكيفية علاجه، والمواد الملائمة لطبيعة المادة الخاصة بالقطعة، والأكثر محافظة على البيئة.
- جعل عملية تطبيق سياسات العمل المتحفي[٤٧] أكثر التزامًا وتفاعلية عن طريق استثمار تطبيقات المحادثة الآلية ومعالجة اللغة الطبيعية في الإجابة عن تساؤلات

(٤٧) كسياسة إدارة المجموعات المتحفية، وسياسة المتحف المحددة لرؤيته وأهدافه ورسالته، وميثاق الآداب والأخلاق المهنية للعمل المتحفي، وسياسة الحفظ والصيانة والترميم، والبحث العلمي، وغيرها.

أمناء المتحف ومديريه حول المفترض القيام والالتزام به حيال إجراء محدد يتعلق بإحدى الوظائف أو العمليات المتحفية، وذلك عن طريق تغذية النظام بهذه السياسات مما يسهل من عملية البحث بمحتواها وتقديم الإجابة إما على هيئة نص أو تحويل النص إلى صوت بالاستعانة بتقنية تحويل النص إلى صوت Text-to-speech.

- تقديم النظام واقتراحه لأفكار مستحدثة للخطط الاستراتيجية الخاصة بالمتحف والمتعلقة بالأنشطة والفعاليات الثقافية وغيرها، وخطط الدعاية والتسويق من خلال دراسته لمجتمع الزائرين، واهتماماتهم، وسماتهم، واستخلاصه لرؤى معرفية عنهم؛ ليقدم خطط واقتراحات مستقبلية تتوافق وهذه الاحتياجات، فضلا عن التنبؤ باحتمالات تغيّرها أو تطورها على مدار زمني مستقبلي وليكن خمس سنوات لتوافق الخطط الاستراتيجية هذه التنبؤات بالتغيرات، مما يعزز من عمل قسم الدعاية والتسويق، ومهمة التواصل المجتمعي للمتحف.
- إسهام الذكاء الاصطناعي في اقتراح موضوعات الأنشطة والفعاليات الثقافية والندوات التي يمكن أن يقيمها المتحف بما يتناسب مع طبيعة الحدث القومي، أو طبيعة المجتمع المحلي الذي يخدمه المتحف سواء كان مجتمعًا ساحليًا، أو زراعيًا، أو صناعيًا وغيره، أو طبيعة الفئة العمرية التي يستهدفها النشاط، فضلا عن توليد المحتوى الخاص بهذه الفعالية والربط بين هذا المحتوى وبين القطع والمجموعات التي تخدم أهداف هذه الفعاليات، في محاولة للربط بين الماضي والحاضر والتخطيط للمستقبل، وتعزيزًا لمهام وأدوار المتحف المتعلقة بالتواصل المجتمعي مع المجتمع الذي يخدمه.
- استثمار إمكانية استخلاص المعلومات والكيانات وعلاقتها Information extraction Entity, relation identification extraction، والتي تمكن منها تقنية معالجة اللغة الطبيعية (NLP) في عملية استخلاص المعلومات المهمة الواردة بتقارير العمل المتحفي وخاصة المحفوظة بأرشيف المتحف، والمتضمنة لمعلومات عن الأشخاص والمؤسسات والأماكن والهيئات، التي كان لها تعامل مع المتحف واستخلاص العلاقات فيما بينهم، بالإضافة إلى إمكانية تحليل محتوى هذه التقارير والخروج بمؤشرات مختلفة حول إنجاز العمل سواء على مدى زمني محدد شهري أو سنوي، أو على مستوى قسم معين كمؤشرات قياس الأداء الخاصة بهذا القسم.

- تيسير عملية إعداد التقارير الشهرية من قبل أمناء المتحف عن طريق الاعتماد على تقنية التعرف على الكلام[٤٨] Speech recognition، وذلك عن طريق قيام أمناء المتحف بعملية الإملاء الشفهي للنظام بمحتوى هذه التقارير بدلا من كتابتها ليقوم النظام عن طريق هذه التقنية بتحويل الكلام المنطوق إلى نص مكتوب، هذا إلى جانب إمكانية مراجعتها والتحقق من التهجئة عن طريق إمكانية التدقيق الإملائي . Spell checker
- قيام النظام بالبحث عن المعلومات والأخبار المتداولة، والأبحاث العلمية المنشورة عن القطع المتحفية الخاصة بالمتحف، وتتبع المشاركات وموضوعاتها، والانطباعات والتعليقات حول هذه القطع بوسائل التواصل الاجتماعي المتنوعة، اعتمادًا على تقنية معالجة اللغة الطبيعية.
- استخدام تعلم الآلة ورؤية الحاسب الآلي في عملية قراءة البرديات والنقوش والمخطوطات والوثائق التاريخية وخاصة تلك التي نال منها التلف والتآكل، باقتراح وتخمين محتوى هذه الأجزاء، والتعرف على اللغة الهيروغليفية وأنواع الخطوط بها، واللغة القبطية، وأنماط الخطوط العربية.
- التكامل بين التقنيتين السابقتين مع تقنية معالجة اللغة الطبيعية (NLP) في عملية فهم وتحليل محتوى الوثائق التاريخية والمخطوطات والبرديات التي تنتمي إلى العصور والحضارات المختلفة؛ لاستكشاف أنماط الحياة والأحداث الحياتية والأيديولوجيات المتنوعة آنذاك، ونمط التفكير السائد في كل عصر والمعاصر لكل حدث أو فترة حكم ما، فضلا عن التعرف على التطورات العلمية والتقنية الخاصة بكل فترة زمنية وتطور العلوم بها، وذلك بقسمي البحث العلمي، والعرض المتحفي لإثراء الأبحاث العلمية التي يقوم بها الباحثون بالمتحف، وإثراء بطاقات الوصف المتحفي أثناء إعدادها، فضلا عن إتاحتها بأكثر من لغة عن طريق الترجمة الآلية لمحتوى هذه المواد، والتي تمكن منها تقنية معالجة اللغة الطبيعية.
- الاعتماد على تقنية التمييز الضوئي للأحرف (OCR) Optical character recognition في العمل على رقمنة الوثائق الأرشيفية الخاصة بالعمل المتحفي والمكتوبة بخط اليد أو التقارير والعقود الورقية القديمة على هيئة نصوص قابلة

(٤٨) منوطة بعملية تحويل الكلام إلى نصوص باستخدام الخوارزميات. وتعرف أيضًا بالتعرُّف الآلي على الكلام، أو تحويل الكلام إلى نصوص.

للبحث بمحتواها، ومشاركتها إلكترونيًا عبر الوسائط المختلفة، وذلك على مستوى الأقسام الوظيفية بالمتحف كافة.

- المساعدة في عملية التعرف على القطع المسروقة أو المفقودة وتمييزها عن القطع الأخرى عند إيجادها، أو الإبلاغ عنها بالاعتماد على تقنية رؤية الحاسب الآلي (CV)، وذلك عند قيام المتحف بعملية الاقتناء عن طريق المزاد العلني الذي يقام لبيع المجموعات والقطع الأثرية، والذي يكون أحد مصادر الاقتناء بالنسبة للمتاحف، ويساعد على ذلك اشتراك المتحف بقواعد بيانات التراث الثقافي العالمية كالتي يتيحها المجلس الدولي للمتاحف International Council of Museums(ICOM)، والمعروفة باسم القائمة الحمراء للقطع التراثية المعرضة للخطر Red list of Cultural objects at risk[٤٩] وغيرها من قواعد البيانات الأخرى التي تختص بذلك المجال.
- توظيف إمكانية التعرف على الصور Image recognition وتحديد الكيانات Object detection التي تتيحها تقنية رؤية الحاسب الآلي (CV) في التعرف على الصور التراثية والمجموعات المتحفية وعناصرها الأساسية ومحاولة مضاهاتها مع مثيلتها في المجموعات بالمتاحف والمؤسسات التراثية الأخرى، والتي تنتمي لثقافات وحضارات أخرى، واكتشاف الأنماط المشتركة فيما بينهم والربط والتحليل والوصول إلى عناصر التشابه والاختلاف فيما بين الحضارات وبعضها بعضًا، ويُمكّن من ذلك اشتراك المتحف في قواعد البيانات التراثية سواء كانت المحلية أو العالمية[٥٠]؛ بحثًا عن التكامل الثقافي والتراثي، وإثراء العرض المتحفي بهذه المعلومات.
- الدمج بين تقنية رؤية الحاسب الآلي (CV) ومعالجة اللغة الطبيعية (NLP) في عملية مضاهاة النصوص التراثية المختلفة وفهم محتواها ومضمونها والتوصل إلى ما يتقارب معها أو ما يشابهها أو له علاقة بالأحداث التي تتضمنها؛ للوصول إلى السياقات المترابطة أو ذات العلاقة بالثقافات والحضارات المتنوعة سواء كانت

(٤٩) تختص قاعدة البيانات برصد القطع التراثية المعرضة لخطر السرقة أو الإتجار غير المشروع بالبلدان والمناطق المختلفة، والتي تشهد نزاعًا مسلحًا أو فترات حروب أو كوارث (ICOM.2023).

(٥٠) هناك بعض قواعد البيانات والقوائم التراثية المتاحة من قبل اليونيسكو كقائمة التراث العالمي World heritage list والمتاحة عن طريق https://whc.unesco.org/en/list/ ، وأيضًا مستودع التراث الخاص بمركز توثيق التراث الحضاري والطبيعي التابع لمكتبة الإسكندرية CULTNUT heritage repository system ،ولكنه مغلق على المركز وباحثيه.

عاصرت بعضها بعضًا أو كانت سابقة أو تالية لها؛ للخروج برؤى وتفسيرات مختلفة لتعزيز عملية الفهم والإدراك البشري لبعض الأحداث التاريخية والحضارية، كالربط على سبيل المثال بين أسباب تقدم وبزوغ الحضارات وانهيارها.

- استخدام تقنية التعرف على الأصوات Voice recognition في تحليل الخطابات السياسية والمحادثات التي تمت مع بعض الشخصيات ذوي الحيثية أو المقطوعات الموسيقية لاستخراج وتحليل المشاعر، والخروج باستنتاجات وتحليلات تفيد في الفهم والتحليل لبعض الأحداث التاريخية أو المغزى من وراء هذه المقاطع الصوتية.
- الدمج بين تقنية رؤية الحاسب الآلي والتعلم العميق في مساعدة الباحثين العاملين بقسم البحث العلمي بالمتحف في عملية الخروج بالنتائج البحثية المتعلقة بدراسة الأسباب المؤدية لبعض الأحداث، أو أسباب وفاة أو انقراض بعض الفصائل بمتاحف التاريخ الطبيعي، وذلك بفحص وتحليل بعض العلامات أو العناصر المتشابهة الملاحظة على الحفائر أو الهياكل العظمية الخاصة بهذه الفصائل، هذا إلى جانب استثمار هذه التقنيات في عملية فحص وتحليل بعض الإصابات والكسور الموجودة ببعض المومياوات بالمتاحف الأثرية؛ لتوقع أسباب الوفاة، وتفاصيل بعض الأحداث التاريخية، مما يفيد في عمليتي التوثيق والتسجيل والبحث العلمي بالمتحف.
- الوصول لتفسيرات لبعض الأسرار المتعلقة ببعض الحضارات مثل بناء الأهرامات عن طريق تعلم الذكاء الاصطناعي للعديد من الوثائق المتعلقة بهده الحضارات ليتعرف ويربط بين العديد من الحقائق ويستنبط بعض المعلومات التي يمكن أن تصل لتفسير هذه الألغاز.
- التمكين من القيام بالدراسات المستقبلية أو الاستشرافية حول المآل الذي كان من الممكن أن تؤول إليه الحضارات بناءً على بعض المعطيات والحقائق التاريخية حولها، والتنبؤ إلى أي مدى كان من الممكن أن تستمر وتتطور العلوم والحياة بها من خلال دراسة السمات الفنية والعلمية والاجتماعية المتعلقة بها عن طريق تعلم الآلة.
- البحث عن واسترجاع الصور التراثية وفقًا للمدرسة الفنية التي تنتمي إليها أو النمط الفني الخاص بها، أو وفقًا للعصر أو الفترة الزمنية التي ترجع إليها، مما يمكن من المساعدة في التعرف على السياق الاجتماعي والثقافي أو الأحداث والظروف الاجتماعية الخاصة بهذه الفترات عن طريق هذه الأعمال الفنية، فضلا عن التعرف على الأنماط الفنية السائدة الخاصة بهذه الفترات، بالإضافة إلى المساعدة في تنظيم المجموعات الفنية والمعارض وفقًا للمدارس والأنماط الفنية المختلفة.

- الاعتماد على تقنيات معالجة اللغة الطبيعية في عملية إعداد الفئات المتنوعة من بطاقات الوصف المتحفي، والعمل على تكييف محتوى هذه البطاقات لتتوافق والفئات المتعددة من زائري المتحف، فضلا عن إتاحة محتوى هذه البطاقات بطريقة برايل للمكفوفين.
- القيام بتحديد أمين العرض المتحفي لموضوع أو مفهوم معين للعرض المتحفي الدائم أو المؤقت ويتولى النظام تحديد القطع والمجموعات سواء المقتناة بالمتحف أو بالمتاحف الأخرى– إذا ربط النظام بقاعدة بيانات عالمية للتراث الثقافي أو للمتاحف على المستوى العالمي أو العربي أو المحلي– وذلك تيسيرًا لعملية استعارتها أو تبادلها مع المتحف لإقامة المعارض المتحفية، أو تحديد واسترجاع الصور الخاصة بهذه المجموعات سواء كانت صور ثنائية الأبعاد 2D، أو ثلاثية الأبعاد 3D؛ لإقامة المعارض الافتراضية، مع تولي النظام عملية تنظيم عرض هذه القطع والمجموعات بالمتحف، وإعداد بطاقات الوصف المتحفي بأنواعها كافة، والعمل على تقديم اقتراحات لتصميم المنتجات التذكارية المتعلقة بالمعرض لتتاح للبيع ببيت الهدايا أو متجر المتحف.
- الإسهام في التخطيط والتصميم للمعارض المتحفية وخاصة المؤقتة ليس فقط فيما يتعلق باقتراح مسارات الزيارة والحركة وتنظيم المعروضات المتحفية بما يتوافق ومساحة قاعات العرض، أو التنظيم الزمني أو الموضوعي للمعروضات، بل باقتراح السياق البيئي وتصميم بيئة عرض تتوافق والسياق الذي وجدت أو تنتمي إليه هذه المعروضات كالسياق التاريخي أو البيئي الذي يلائم الحيوانات والنباتات، أو السياق الفني الذي تنتمي إليه القطعة أو اللوحة الفنية وغير ذلك، وذلك عن طريق الدمج بين تقنية الهولوجرام، والتعلم الآلي، ورؤية الحاسب الآلي، وتقنية تحويل النص إلى صور Text-to-image لإعداد هذه التصاميم، حيث يمكن عن طريق هذه التقنيات قيام النظام بالتعرف على وتمييز هذه القطع عن طريق رؤيته لها بتقنية رؤية الحاسب الآلي، ثم يقوم النظام باقتراح السياق البيئي الملائم والمشابه لهذه القطعة من خلال ما يعرفه حولها وما تدرب عليه من تقنية تعلم الآلة بأن هذه القطع توجد بمواقع تراثية تتصف بصفات محددة، فيقدم اقتراحات مضاهية لهذه المواقع عن طريق توليده لمجموعة من الصور التي تعكس هذه السياقات، أو قيام أمين المتحف بوصف سمات هذه المواقع أو السياق البيئي لهذه القطع عن طريق الكلمات النصية، واقتراح النظام الصور المتوافقة لهذا الوصف عن طريق تقنية تحويل النص إلى صورة، ومن

ثم قيام النظام بتحويل هذه الصور إلى واقع افتراضي وعرضها عن طريق تقنية الهولوجرام ليعُرضَ على أرض الواقع بمبنى المتحف أو افتراضيًا بموقع المتحف على الإنترنت، هذا إلى جانب قيام النظام باقتراح المواد التي يمكن أن تستخدم للقيام بهذه المهمة وأكثرها استدامة ومحافظة على البيئة من دهانات وإضاءات وغيرها.

- تقديم الاقتراحات بالسياقات المبتكرة للعرض المتحفي والأكثر جذبًا للزائرين للقطع والمجموعات التي لم تلق الإقبال أو الاهتمام المناسب من قِبَلهم بالمعارض المختلفة، أو القطع الأقل شهرة، والعمل على إلقاء الضوء على أهميتها وقيمتها الثقافية والتراثية.
- استثمار تقنية معالجة اللغة الطبيعية في تحليل ردود فعل وانطباعات الزائرين سواء كانت المدونة باستمارات تقييم النشاط المتحفي أو الزيارة المتحفية، أو منطوقة أثناء تحدث أمين المتحف مع الزائرين، مما يفيد كلا من قسم التربية المتحفية، والعرض المتحفي.
- عملية الكشف عن أصالة القطع وتمييزها عن تلك المزورة، كالكشف عن أصالة المخطوطات والتعاقدات ووثائق الوقف على سبيل المثال عن طريق التمييز بين نوع الحبر، والأختام، ونوع الوسيط المادي المستخدم سواء كان جلود، أو بردي، أو أوراق، والشائع استخدامه في الفترات الزمنية المختلفة وغيرها.
- التصوير المرئي لمحتوى المخطوطات والوثائق والكتب التراثية لتوضح الابتكارات العلمية آنذاك والأحداث التاريخية والأماكن التي كان يذهب إليها الرحالة وعرض هذه التصورات في قاعات مخصصة، وذلك اعتمادًا على تقنية تحويل النص على صور Text-to-image، وعرض هذه الصور عن طريق تقنية الواقع الافتراضي (VR) أو الواقع المعزز AR.
- الاعتماد على تقنية رؤية الحاسب الآلي (CV) في عملية الجرد للقطع والمجموعات المتحفية، بتمرير هذه التقنية سواء كانت مدمجة بالروبوت أو متصلة بإحدى الكاميرات المحمولة على القطع ومضاهاة صورها بالصور المخزنة بقاعدة بيانات النظام، ثم توليد التقارير بالقطع الموجودة وتلك المفقودة، مع تفصيل أماكن وجود هذه القطع سواء كانت بقاعات العرض، أو المخازن، أو بمعامل الصيانة والترميم، أو تفصيل سبب عدم الوجود؛ لأنها معارة أو تم تبادلها مع المتاحف الأخرى.
- استعانة قسم الأمن بالمتحف بتقنية رؤية الحاسب الآلي (CV) في عملية تأمين المتحف والمجموعات، ليس فقط لتتبع الزوار ومراقبتهم، بل للمساعدة في فهم أنماط

نظراتهم للقطع المتحفية، وتحليل هذه النظرات مما يكشف عن بعض النيات لاقتحام المتحف أو أخذ الاحتياط من عمليات السرقات المحتملة كنوع من التحليلات التنبؤية لسلوك الزائرين.

- تكييف تعليمات الأمن لتتناسب والموقف أثناء الزيارة المتحفية، فضلا عن جعلها آنية بدلا من التنبيه إليها في بداية الجولة المتحفية، وذلك عن طريق تكامل كل من تقنية رؤية الحاسب الآلي (CV)، وإمكانية تحويل النص إلى صوت Text-to-speech، وتعلم الآلة بعد أن تم التدريب على أنماط السلوك غير الصحيح وغير الملائم داخل المتحف؛ ليتم التنويه عن هذه التعليمات عن طريق التقنية المستخدمة في العرض المتحفي أثناء الجولات المتحفية.
- الاستفادة من تقنيات الذكاء الاصطناعي المختلفة في عملية إدارة المخاطر بالمتحف، عن طريق التنبؤ بالمخاطر قبل حدوثها إذا حدث خلل بالإجراءات الوقائية كالاستشعار بدرجات الرطوبة والحرارة والإضاءة غير المناسبة، أو الاستشعار والتنبؤ بحدوث الهزات الأرضية أو الفيضانات، وذلك تأمينًا للزائرين والمتحف على حد سواء.
- في حالة وقوع كارثة، يُوجَه الزائرين بطرق آمنة لأماكن الطوارئ ومخارجها، حيث تنعدم احتمالات الهلع والخوف بالآلات عن البشر حال وقوع الكارثة ما لم يلحق بها ضرر.
- استخدام تقنية معالجة اللغة الطبيعية (NLP) في عملية تحليل آراء وتقييمات ومشاعر موظفي المتحف ومدى رضائهم الوظيفي، وانتمائهم للمؤسسة التي يعملون بها.

٢,٢ خدمات موجهة للزائرين

- استخدام خوارزميات التوصيات Recommendation algorithms في عملية اقتراح جولات متحفية تتطابق وتفضيلات الزائرين Personalized tours، سواء كانت افتراضية بموقع المتحف على الإنترنت، أو واقعية بمبنى المتحف، عن طريق تتبع مسار الزيارة المقترح والمتاح عن طريق الهاتف الذكي الخاص بالزائر باستخدام التطبيق الخاص بالمتحف، هذا فضلا عن إمكانية التنبؤ بالاهتمامات المستقبلية الخاصة بالزائرين عن طريق الاعتماد على تقنية التحليلات التنبؤية Predictive analytics.

- العمل على مساعدة ذوي الإعاقات البصرية في عملية التجول بالمتحف باستخدام تقنية تطبيقات المحادثة الآلية Chatbot الصوتية في مساعدته في التجول في المتحف وتنبيهه إلى وجود عوائق أو حواجز أثناء السير لتجنبها، هذا إلى جانب المساعدة في عملية تعظيم إفادتهم من المجموعات المتحفية عن طريق القراءة الصوتية للوحات الإرشادية وبطاقات العرض المتحفي، أو في عملية وصف القطع المعروضة والأحداث والمعلومات التي تقدمها، أو قراءة الوثائق والمخطوطات والنقوش وغيرها من المجموعات التراثية المكتوبة، وذلك عن طريق تقنية تحويل النص إلى صوت Text-to-speech.
- العمل على توفير بديل رقمي Avatar يقوم بعملية الإرشاد المتحفي للزائرين ذوي الإعاقات السمعية بلغة الإشارة، باستثمار التعلم الآلي ورؤية الحاسب الآلي في التدريب على هذه اللغة، وذلك إذا رحب الزائر بإضفاء جانب من التفاعل في عملية الإرشاد المتحفي بدلا من الاعتماد على قراءة بطاقات العرض المتحفي.
- القيام باقتراح بعض القطع والهدايا التذكارية للشراء من متجر المتحف، والتي لها علاقة بالمجموعات والقطع المتحفية التي حازت إعجاب الزائر، فضلا عن اقتراح المعارض المؤقتة القادمة التي تتوافق واهتمامات الزائر الموضوعية.
- استخدام تقنية الواقع الافتراضي (VR) في عملية إعادة بعض المعالم والمواقع الأثرية والتراثية إلى ما كانت عليه قبل تغيّرها بفعل بعض الظواهر المناخية، أو الجيولوجية، أو بسبب أفعال البشر، كمرور نهر النيل قديمًا بالقرب من الأهرامات، وتقديم المعلومات حول نمط الحياة وقتئذ، وفئات الأنشطة الاجتماعية، والاقتصادية، والزراعية، والثقافية بهذا الموقع، وإيضاح التغيّر الذي حدث والمؤدي إلى الوضع الحالي.
- الاعتماد على تقنيات الذكاء الاصطناعي المختلفة في عملية استكشاف وعرض المواقع الأثرية الغارقة كالميناء الشرقي وخليج أبي قير بالإسكندرية، عن طريق تقنية الواقع الافتراضي (VR) سواء داخل المتحف أو بموقعه على الإنترنت، ومحاكاة وجودها في البيئة المائية ليخوض الزائر تجربة زيارتها وسط أجواء هذه البيئة وما تضمها من أسماك وشعاب مرجانية.
- إتاحة هذه المواقع بعد عرضها افتراضيًّا للدراسة والبحث؛ حيث يصعب على الباحثين والدارسين دراستها في بيئتها، فضلا عن الإمكانيات التي تقدمها تقنيات الذكاء

الاصطناعي المختلفة فيما يتعلق بالمساعدة في تقديم تحليلات وتفسيرات حول أسباب الغرق، وقراءة وتفسير النقوش والمعلومات المتضمنة بها وغيرها.

- استثمار تعلم الآلة وتقنية تحويل الصور إلى أصوات Image-to-voice، لتحويل صور النوت الموسيقية وما تحمله من ألحان وإيقاعات إلى أصوات، في عملية تخمين واقتراح المقطوعات الموسيقية والألحان بالحضارات القديمة، تلك التي كانت مصاحبة لبعض الأحداث والمناسبات والأعياد، كابتهالات القرابين وغيرها.
- قيام المتاحف الإثنوجرافية بالمحاكاة المتكاملة للبيئات السابقة سواء المتعلقة بالظروف البيئية أو ظروف الحياة اليومية وطرائق المعيشة حتى الروائح الخاصة بهذه البيئات كالحياة في البيئة الزراعية، أو البدوية، أو البحرية، أو الريفية، أو الغابات المطيرة، أو الصناعية وبيئات الحرف التقليدية المختلفة، أو العطور الشائع تداولها تجاريا بالحضارات المختلفة، لإضفاء جانب من الواقعية والظروف المماثلة الخاصة بالبيئات التراثية المتنوعة، وتمثيل ملامح وأنماط الحياة في مصر عبر الفترات المختلفة.
- تعزيز الجولات المتحفية بمحتوى ثقافي وتراثي متنوع من مختلف الثقافات والحضارات العالمية الأخرى، عن طريق عرض افتراضي للمعارض المؤقتة التي أقامها المتحف سابقًا للمجموعات المتحفية التي قام باستعارتها من متاحف أخرى في سياق التبادل الثقافي بين المتاحف، واقتراح معارض افتراضية أخرى متاحة حاليًا من قبل متاحف أخرى لها علاقة بموضوع اهتمام الزائر عن طريق تقديم كود الاستجابة السريع QR code أو الرابط الفائق Hyperlink الخاص بالمعرض، وذلك أثناء الجولة المتحفية الواقعية أو الافتراضية وذلك تطبيقًا لأحد جوانب المفاهيم المرتبطة بمصطلح الجيل الرابع من السياحة[٥١] Tourism 4.0.
- إحياء بعض المهن والحرف التراثية كصناعة النسيج، والحلي، والجلود وغيرها، عن طريق عروض افتراضية تفاعلية يمكن أن تتاح على موقع المتحف أو تطبيق المتحف للهواتف الذكية لتقنيات وآلات، والآليات والطرائق المعتمد عليها في هذه الحرف، وتعزيز هذه العروض بالحكايات والروايات الشعبية عن هذه الحرف وتاريخها، والأماكن التي تشتهر بها، وإلى أين تصدر منتجات هذه الحرف، كصناعة

(٥١) ذلك المفهوم المتعلق باستخدام التقنيات الذكية جنبًا إلى جنب مع مصادر المعلومات الرقمية أو المتاحة على الإنترنت لتحسين خبرات السياح والتخطيط للرحلات السياحية Kononova, O., et al. (,2020).

النحـاس بمنطقـة خـان الخليلـي أو صـناعة الخياميـة وغيرهـا؛ وذلـك حفاظًـا عليهـا باعتبارها إحدى فئات التراث غير المادي، وأحد الروافد الاقتصادية لذويها، وحماية لها من الاندثار في ظل التطورات التكنولوجية الراهنة.

- استثمار عملية التعلم العميق ورؤية الحاسب الآلي (CV) في دراسة وتحليل معالم وجه الشخصيات التاريخية والتراثية الشهيرة بالحضارات المصرية المختلفة، والصفات الخاصة بهذه الشخصيات المختلفة كلون البشرة والشعر، طول القامة وتفاصيل بنيته، واستغلال ذلك في إضفاء جانب من الإثارة بالجولات المتحفية باستخلاص صفات الزائرين الشخصية وتشابهها مع صفات وسمات الشخصيات التراثية وإبلاغ الزائرين بذلك، وتقديم المعلومات المفصلة حول هذه الشخصية وإنجازاتها وما تشتهر به.
- تحليل طريقة الكلام والتعبيرات والمقولات الشهيرة التي عُبر عنها الزائرون أثناء الحوار القائم مع تقنية تطبيقات المحادثة الآلية Chatbot، وتوضيح مرجعها وأصلها التراثي الذي تمتد إليه بالحضارات المصرية المختلفة.
- ما تتيحه تقنية تحويل النص إلى صور Text-to-Images من إمكانية كتابة أسماء ووصف للابتكارات القديمة ليتم تمثيلها على هيئة صور، لسهولة تخيل ومعرفة الزائر بها ولاستخداماتها، إلى جانب قيام النظام بالبحث عما يماثلها من ابتكارات حالية، ليبحث عن صورة القطعة، وموقعها بالمتحف، وتقديم المعلومات حولها واستخداماتها، ووظائفها، وما يماثلها من ابتكارات حالية تقوم بالوظيفة نفسها، كالإسطرلاب ونظام تحديد المواقع العالمي Global positing system (GPS) كأحد النماذج.
- إضفاء جانب من التنوع على عملية البحث عن القطع بالمتحف عن طريق استثمار تقنية رؤية الحاسب الآلي (CV) في البحث بالرسم؛ لاسترجاع القطع المشابهة مع التصور أو الأداة التي يبحث عنها الزائر والتي عبر عنها بالرسم؛ لتقديم المعلومات حولها وحول الوظائف التي تنهض بها.
- استخدام تقنية التعرف على الأصوات في عملية محاكاة وإنتاج مقاطع صوتية جديدة لسرد بعض الأحداث التي لا يتوافر لها مقاطع صوتية تعود لأصحابها، مما يضفي طابعًا أكثر جذبًا عند مشاهدة هذه الأحداث عن طريق استثمار الشبكات العصبية والتعلم العميق، الذي من الممكن أن يتم على التسجيلات القديمة المتاحة لهذه الأشخاص، على سبيل المثال استخدام الخطابات المتاحة لأحد الرؤساء من قبل التعلم الآلي والتعرف على الأصوات لإنتاج مقاطع صوتية جديدة بصوته حول إحدى

الاتفاقيات التي أبرمت بينه وبين دولة أخرى، أو الإجراءات التي اتخذت حيال حادثة ما وقتئذ ولم يتوافر عنها أي تسجيلات صوتية.

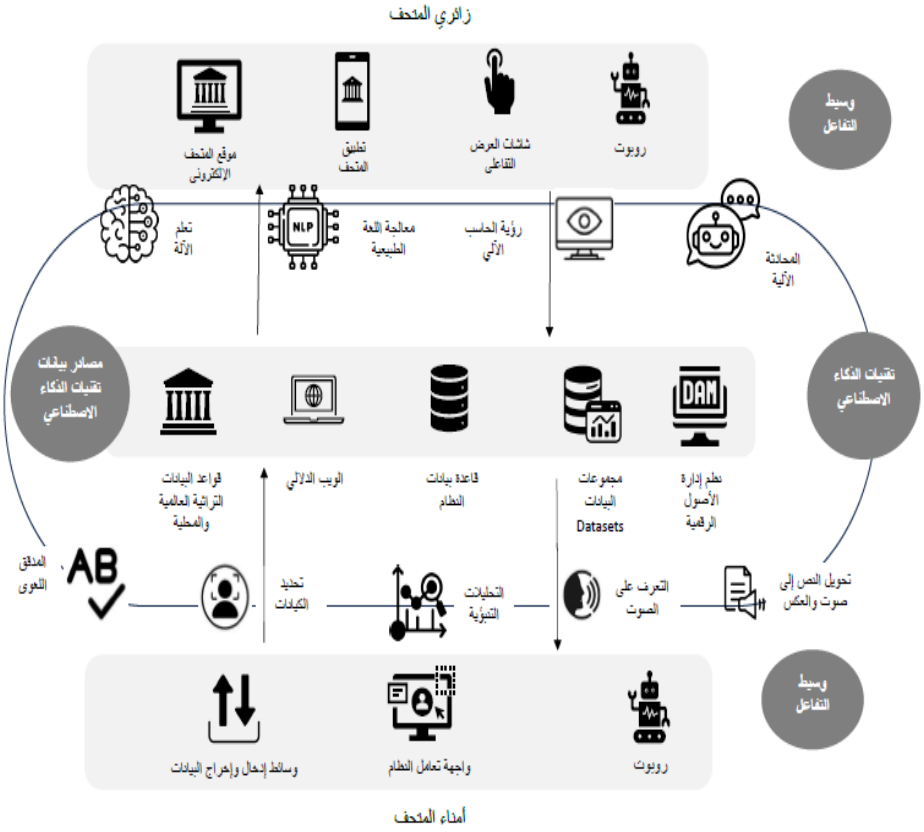
- إمكانية الدمج بين أعمال عدد من المبدعين أو الفنانين أو الأدباء من المدارس المختلفة لإنتاج وتوليد عمل إبداعي جديد حول موضوع ما، أو الدمج بين الحضارات المتنوعة وما تتسم وتتميز به كل حضارة عن الأخرى؛ لينتج في النهاية تصور تكاملي عما إذا عاصرت هذه الحضارات بعضها بعضًا كيف ستكون مصر وقتها، وما يمكن أن تتسم به وتصل إليه من تقدم على مستوى كافة المجالات العلمية، والأدبية، والفنية المتنوعة، كتصور بناء بيوت الحكام أو الأمراء على مر العصور والحضارات المختلفة على سبيل المثال.
- زيادة عملية تفاعل المتحف مع الأطفال والنشء بممارسة بأنشطة التربية المتحفية المتعلقة بالرسم وإعداد المجسمات بالصلصال أو الطين الفخاري حول موضوع أو مفهوم معين، بعرض نتاج هذه الأنشطة على الروبوت، أو تطبيق المحادثة الآلية، أو الشاشة التفاعلية بالمتحف، أو تطبيق الهاتف الذكي الخاص بالمتحف؛ ليسترجع القطع المتحفية التي تتشابه مع نتاج الأنشطة التي قام الأطفال بإعدادها حول موضوع النشاط وذلك بالاستعانة بتقنية رؤية الحاسب الآلي (CV).
- استفادة قسم التربية المتحفية من الدمج بين تطبيقات المحادثة الآلية والتعلم الآلي في عملية توليد وحكي القصص للأطفال حول قطعة متحفية محددة، أو قيمة أخلاقية ومجتمعية ما، مع تعزيزها ببعض القطع أو المجموعات التي تخدم الهدف من القصة وتزيد من قيمة الحبكة وتعدد الشخصيات، فضلا عن توليد القصص التي تتعلق بمناسبة أو حدث ما يقيم المتحف بعض الأنشطة الثقافية حولها، وتكييف المحتوى ليتناسب والفئات العمرية والجنسية (إناث، ذكور) والنوعية[٥٢] المختلفة، وإتاحة هذه القصص بأكثر من لغة، إلى جانب إضافة البعد المكاني لموقع حدوث القصة عن طريق الخرائط التفاعلية، وإمكانية إضافة المؤثرات الصوتية والتمثيل المرئي لها عن طريق تقنية الواقع الافتراضي (VR) أو الواقع المعزز (AR)، ويمكن عن طريق هذه الإمكانية تمثيل بعض الحكايات الشعبية والقصص التراثية المصرية المشهورة باعتبارها إحدى فئات التراث غير المادي، وإتاحة المشاركة من جانب زائري المتحف

(٥٢) يقصد بها تنوع الأطفال بين الطبيعيين وفئة ذوي الاحتياجات الخاصة، فضلا عن تنوع فئات الأطفال وفقًا لطريقة تلقي المعلومة بين الطفل ذي الإعاقة البصرية، والسمعية، والحركية.

لتعزيز محتوى هذه القصص بالروايات المختلفة أو الأمثلة الشعبية المتعلقة بها، مع إمكانية مشاركة هذه الإسهامات من قبلهم على وسائل التواصل الاجتماعي وتحميلها لاحقًا.

- وفيما يتعلق بالتراث غير المادي، يمكن لتقنيات تحويل النصوص إلى صور متحركة (ملفات الفيديو) Text-to-videos الإسهام في تجسيد الحكم والأمثال والأقوال المأثورة والشعبية والعادات والتقاليد عن طريق توليد تمثيل مرئي للنصوص الخاصة بهذه الفئة من التراث غير المادي، فضلا عن تقديم التفسيرات والتحليلات المتعلقة بها، وما يشابهها في الثقافات أو الدول أو اللغات الأخرى، والسبب أو المناسبة التي قيلت فيها أو التي ترجع إليها، مما يعزز من عملية فهم مغزاها، وتعريف الأجيال الجديدة بهذه الموروثات الشعبية التراثية.
- استثمار هذه التقنية أيضًا في التعبير البصري عن الخطابات والمراسلات، فضلا عن الوثائق التاريخية التي ترصد بعض الأحداث، والنِزالات، وعقود البيع والوقف لبعض المباني التاريخية التي لم يعد لها وجود، أو التي أصابها الضرر البالغ لتخيل صورة منها، وتخمين موقعها الجغرافي الدقيق الذي كانت مقامة به وربطه بالخرائط التفاعلية، هذا إلى جانب إمكانية استثمار هذه الإمكانية لإعادة هيكلتها وترميمها بطريقة أقرب إلى ما كانت عليه.
- كذلك إمكانية قيام الذكاء الاصطناعي بالتحليلات عناصر وسمات الملابس التراثية الشعبية الخاصة بكل منطقة بجمهورية مصر العربية كإحدى فئات التراث غير المادي، وتحليل الزخارف والرسوم الموجودة عليها، والتصاميم المتنوعة لها، ونوع القماش التي عادة ما تصنع منه، وغير ذلك من العناصر التي تتسم بها.
- تمكين تقنية تعلم الآلة وتحويل الصوت إلى صور Voice-to-images من خلال عملية تخيل بعض الابتكارات الحالية إذا ما قام فنان ما بوضع تصميم لها، عن طريق إفصاح الزائر عن اسم الابتكار واسم الفنان، ليقوم الذكاء الاصطناعي باستنباط وتقديم شكل هذا الابتكار إذا قام هذا الفنان بتصميمه من خلال سمات المدرسة الفنية أو سمات الأعمال الفنية الخاصة به، كتصميم سفينة الفضاء بواسطة الفنان راغب عياد، أو أدم حنين على سبيل المثال.
- توظيف تقنية تعلم الآلة، ورؤية الحاسب الآلي (CV) تحديدًا إمكانية البحث بالرسم بهذه التقنية، والبحث الصوتي المرتبط بتقنية معالجة اللغة الطبيعية (NLP) في عملية البحث عن أصول الحروف المنتمية للأبجديات الحالية بالأبجديات القديمة

كالأبجدية السينائية الأولى، ورموز اللغة الهيروغليفية وغيرها؛ لمعرفة ارتباطها بهذه اللغات، وانحدار اللغات الحالية منها، وتطورها، وتطور شكل الرموز والأصوات الخاصة بها، في دراسة لأصل اللغات وتطورها بوصفها أحد أشكال التراث غير المادي.



شكل (٢) بيئة العمل المتحفي وموقع تقنيات الذكاء الاصطناعي بها[53]

ويعبّر الشكل السابق عن التخطيط للتكامل بين تقنيات الذكاء الاصطناعي المتنوعة؛ للنهوض بالمهام والوظائف والخدمات المتحفية على أكمل وجه، مراعيًا التوازن بين فرص استثمار هذه التقنيات على كل من مستوى الوظائف وإدارة العمل المتحفي، ومستوى الخدمات المقدمة للزائرين من قبل المتحف، حيث سيكون لكل من أمناء المتحف، وزائريه

(٥٣) الشكل من إعداد الباحثة

الأدوات والوسائط الممكنة من التفاعل مع المتحف ومجموعاته والنظام المعتمد لإدارة المحتوى الثقافي والتراثي المتعلق بالمجموعات المتحفية، وتتنوع هذه الأدوات بالنسبة لأمناء المتحف للتمكين من عمليتي الإدخال والإخراج للبيانات والمحتوى الثقافي بالأقسام الوظيفية بالمتحف كافة، والتفاعل مع النظام وإدارة جميع الوظائف المتحفية. أما فيما يخص الزائرين، فتشمل عددًا من الوسائط الممكنة من تقديم الخدمات والتفاعل معها ليصبح المحتوى ديناميكيًّا ليتوافق ورغبات واحتياجات الزائرين المفضلة والمتغيرة، سواء كان هذا التفاعل واقعًا بمبنى المتحف، أو أثناء الزيارات الافتراضية بموقع المتحف على الإنترنت، ويظل الروبوت العامل المشترك بين الفئتين باعتباره وسيطًا للتفاعل على اختلاف مهمته في كل فئة، إنه بمثابة المساعد الأساسي بالنسبة لأمناء المتحف في العديد من الوظائف والمهام المتحفية بما فيها تقديم خدمات المتحف والتفاعل مع الجمهور؛ لإضفاء بعض من المتعة والتشويق على الزيارات المتحفية.

ذلك فيما يتعلق بالمستوى الأول والأخير من هذا الشكل والخاص بوسائط التفاعل، يأتي في المستوى الأوسط ما يتعلق بمصادر البيانات ذات الحيثية لهذه الدراسة التخطيطية، والتي تشكل جوهر هذا التخطيط؛ حيث إنها العنصر المغذي لتقنيات الذكاء الاصطناعي بالبيانات وعناصر التعلم والتدريب التي لا غنى عنها، ولن تستطيع هذه التقنيات النهوض بأي دور إلا بتوافرها، وتتنوع هذه المصادر أيضًا لتشكل ثراء وغزارة في المعلومات لكي ينفرج مجال التدريب والتعلم لهذه التقنيات، وينفتح مجالا أوسع للتحليلات، والاستدلالات، والتنبؤات الدقيقة، فقد ضمت هذه المصادر قاعدة بيانات نظام إدارة المحتوى الخاص بالمتحف وما تشمله من محتوى وافر عن المتحف وسياساته، وخططه الاستراتيجية وأهدافه، والعاملين به، وزائريه، ومجموعاته، وأنشطته وخدماته، ووثائق ومستندات وتقارير العمل الإداري به، وما إلى ذلك فيما يتعلق بجميع شؤون المتحف، بالإضافة إلى ما تختزنه قاعدة البيانات من تفاعلات هذه التقنيات مع الزائرين، وتفضيلاتهم، ونتاج هذا التفاعل؛ ليتسنى لبنية الذكاء الاصطناعي بالمتحف وتقنياته دراسة هذا التفاعل وتحسين جودته مستقبلا بعدد من المجالات وعلى رأسها التراث الثقافي، والمتاحف، والفنون وغيرها من مجموعات البيانات الأخرى التي يُراد توجيه هذه التقنيات إلى استقاء البيانات المتخصصة منها من أجل التعلم والتدريب، فلا غنى عن مثل هذه المجموعات من البيانات المتخصصة في نطاق معرفي معين بمجال الذكاء الاصطناعي لتدريبه على بيانات هذا المجال؛ ليقدم التحليلات والرؤى والتنبؤات الدقيقة المتعلقة بهذا المجال المعرفي، ولكي تزداد قدرة تقنيات الذكاء الاصطناعي المتبناة على العمل بأعلى مستوى من الكفاءة والثراء المعرفي، فلا بد من فتح المجال أمامها

فيما يتعلق بالمصادر التي ستعتمد عليها لتصبح أكثر تدريبًا وتعلمًا وانفتاحًا، ولا أكثر من الويب الدلالي Semantic web ثراء بالمعلومات والعلاقات فيما بين المعلومات ومصادرها المتنوعة، ويزيد هذه التقنيات تميزًا وتفردًا وتخصصًا اعتمادها على عدد من قواعد البيانات التراثية المتنوعة، والتي تشمل الكم الضخم من البيانات Big data المتخصصة بكافة فئات التراث الإنساني والطبيعي والفني على جميع الأصعدة العالمية، والعربية، والمحلية، وبذلك تكن البنية المعرفية المتطلبة لكفاءة وجودة عمل تقنيات الذكاء الاصطناعي متوافرة بقدر كبير.

ويقع فيما بين المستويين الأول والأخير مجتمعين معًا والمستوى الأوسط من هذا التخطيط عدد من تقنيات الذكاء الاصطناعي المتنوعة التي تقف كهمزة وصل بين النظام – وما يضمه من معلومات ومعارف متنوعة تكن هي المحور والهدف الأساس لجميع المتعاملين مع المتحف أمناء كانوا أو زائرين– وجميع المتعاملين مع المتحف على الصعيد الآخر، حيث تعمل هذه التقنيات بشتى الآليات لتقديم كافة السبل الممكنة والمختلفة؛ لتعزيز عملية الإفادة من المحتوى الثقافي والتراثي المتنوع، إلى جانب ما تقوم به من دراسة المستفيدين من هذه المعلومات، ودراسة ما يقدم لها من معلومات لتوفق بين كل من المعلومة والمستفيدين منها، فضلا عن تيسير مهام العمل المتحفي ودعم تحقيق أهدافه، وتقديم خدمات متحفية بأعلى قدر من الجودة، إلى جانب دراسة ما قامت بتقديمه من معلومات وخدمات ومدى كفاءتها، وتعلمّها من إخفاقاتها؛ لتحسين مستوى الأداء مستقبلا.

وختًاما لا مناص من القول بأنه ليس الهدف من هذه الدراسة التخطيطية أو الذكاء الاصطناعي بصفة عامة أن يحل محل موظفي المتاحف، بل ما هو إلا أداة للمساعدة في تحقيق التواصل الفعّال والمعرفة الجيدة عن جمهور زائري المتحف، وتقديم التجارب الفريدة بالزيارات المتحفية، فالقدرة على معالجة الكم الهائل والضخم من البيانات واكتشاف الأنماط بها هي ما تخرج عن نطاق القدرات البشرية، وهي ما يتميز بها الذكاء الاصطناعي عن البشر، بالإضافة إلى إمكانية التغلب على الجانب الروتيني لأداء الوظائف المتحفية وإتمامه بطرائق أكثر فعالية، وتفرغ موظفي المتحف للمهام التي تتطلب قدرات ومهارات إبداعية لا تتوافر إلا بالعقل البشري، وما زال الذكاء الاصطناعي غير قادر على مضاهاتها حتى الآن.

كذلك ومع الميزات الهائلة التي يكفلها تطبيق هذه التقنيات، وما انطوت عليه الدراسة التخطيطية من أفكار وتصورات مقترحة لاستثمار التقنيات المتنوعة للذكاء الاصطناعي بالمتاحف المصرية، لكن يؤخذ في الاعتبار مراعاة التحديات الأخلاقية والاجتماعية لتطبيق

هذه التقنيات، بالإضافة إلى ضرورة وأهمية وضع اللوائح المنظمة لاستثمارها؛ للحد من وتجنبًا لبعض التجاوزات والانتهاكات واردة الحدوث خاصة فيما يتعلق بخصوصية بيانات الزائرين.

رابعا: النتائج والتوصيات:

١. النتائج:

أ. **تعددت مجالات وأوجه تطبيقات الذكاء الاصطناعي بالتراث الثقافي لتشمل معالجة** الصور التراثية، وتعزيز سبل الوصول إلى المحتوى، واستعادة الماضي، واستكشاف الأتلاف والأضرار وتقديم الحلول لها، فضلا عن العديد من التجارب المتنوعة لهذه التطبيقات بالعديد من مؤسسات التراث الثقافي ومن ضمنها المتاحف في الكثير من المهام التي تنهض بها كتنظيم العرض المتحفي ومسارات الحركة، ودراسة مجتمع الزائرين الحاليين والتنبؤ بالزائرين المحتملين، وفئاتهم، وأعدادهم، وغيرها.

ب. حازت تطبيقات الذكاء الاصطناعي بردود أفعال إيجابية على مستوى التجارب العالمية كمًا وكيفًا، سواء على مستوى النسب الإحصائية الخاصة بهذه الانطباعات، أو الآراء التي عبرت عنها الفئات المتعددة من مجتمع المستخدمين لهذه التقنيات بمجال التراث الثقافي سواء كانوا مديري هذه المؤسسات، أو موظفيها، أو زائريها والمترددين عليها، فضلا عن المتخصصين بمجال الآثار والتراث الثقافي.

ج. تنوعت مبادرات ومشروعات الذكاء الاصطناعي المتعلقة بمجال التراث الثقافي كمًا ونوعًا أيضًا، فضلا عن تنوعها عالميًا وعربيًا ومحليًا، لكن يلاحظ ندرة المبادرات والتجارب العربية والمصرية؛ حيث بلغت ثلاث تجارب فقط لثلاث دول، هي جمهورية مصر العربية، والإمارات العربية المتحدة، ودولة قطر، إلى جانب عدم تسليط الضوء المناسب والكافي لتوثيق هذه التجارب، وتوثيق مراحلها والتقنيات التي اعتمدت عليها، ودراسة مردودها على مجتمع زائري المتاحف التي طبقت بها.

د. أسفرت الدراسة عن تخطيط تكاملي لاستثمار عدد متنوع من تقنيات الذكاء الاصطناعي بالمتاحف المصرية على اختلاف فئاتها وأحجامها، واشتمل على المدى الزمني المقترح لتنفيذه، والجهة المقترحة لتنفيذه وأهدافه، وعدد من التصورات والأفكار المقترحة التي يمكن تنفيذها بهذه المتاحف، مما يترتب على ذلك رفع الوعي التراثي والثقافي لدى الأجيال، وتعزيز دور المتاحف باعتبارها مؤسسات تراثية مجتمعية

بالمجتمع المصري، وجعلها معولًا لتحقيق أهداف وخطط الدولة المتعلقة بالتحول الرقمي والتنمية المستدامة ٢٠٣٠.

هـ. ركزت الدراسة التخطيطية على تقديم عدد من التصورات والأفكار التي من شأنها تحسين جودة العمل وكفاءته على مستوى معظم الأقسام الوظيفية بالمتاحف المصرية، والخدمات التي تسعى إلى تقديمها، وذلك بالاعتماد على عدد متنوع من تقنيات الذكاء الاصطناعي، ولكن لوحظ أن أكثر التقنيات ملاءمة للاستثمار كانت تقنية رؤية الحاسب الآلي (CV)، وتقنية معالجة اللغة الطبيعية (NLP)، وبالطبع تعلم الآلة (ML) بوصفها تقنية أساسًا لكفاءة عمل التقنيتين السابقتين؛ نظرا لطبيعة ما يتم التعامل معه في مجال المتاحف من مجموعات ومجسمات وصور وأعمال فنية تتطلب استخدام رؤية الحاسب الآلي بصورة كبيرة، وما تتضمنه هذه المجموعات من معلومات تتطلب تقنية معالجة اللغة الطبيعية لمعالجتها بحثًا، واسترجاعًا، وتحليلًا، واستخلاصًا.

٢. التوصيات

توصلت الدراسة لعدد من التوصيات الموجهة لعدد من الجهات ذات الاختصاص، وهي كالتالي:

أ. الجهات المعنية بالتراث الثقافي المصري:

- ضرورة تعاون قطاعات المتاحف بوزارة الثقافة والآثار والسياحة، وأية جهة أخرى يكن لها عدد من المتاحف التابعة لها، مع وازرة الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات للعمل على توظيف تقنيات الاصطناعي المختلفة بالمتاحف المصرية، وتحويل التخطيط المقترح إلى واقع ملموس، فضلا عن الإسهام في تطوير وتعزيز قدرات هذه المتاحف بكل ما يطرأ حديثًا من تطورات تقنية.
- يتضمن تعاون الجهات السابقة معًا العمل على تطوير مجموعات البيانات المتعلقة بالتراث الثقافي المصري بشتى أنواعه Cultural heritage datasets، وحزم البيانات المتطلبة لتدريب تقنية تعلم الآلة؛ لتتمكن تقنيات الذكاء الاصطناعي المختلفة من التحليل والاستدلال واكتشاف الأنماط والتنبؤ وتأدية وظائفها على النحو المرغوب.
- أيضا الحرص على الإمداد وتوفير المعلومات الموثوقة كافة بشكل كاف؛ لضمان نجاح تطبيق التخطيط المقترح، فضلا عن المرونة وتقديم الدعم بجميع أنواعه من قِبل الجهات المسؤولة والمعنية؛ لتحقيق أكبر قدر من الاستثمار لهذه التقنيات.

- ضرورة تدريب العنصر البشري من أمناء وموظفي المتاحف على التعامل مع الأدوات الممكنة من تطبيق وتشغيل هذه التقنيات، إلى جانب تقديم جميع الدورات التدريبية المؤدية لزيادة حصيلة المهارات الرقمية وضمان التطوير المهني المستمر.
- الاهتمام بتوثيق كافة المراحل التنفيذية المتعلقة بتجارب ومشروعات استثمار وتوظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي بالمتاحف المصرية، ولا سيما توثيق مراحل تنفيذ التخطيط المقترح من جانب الدراسة.
- تطوير وإعداد قواعد بيانات التراث المصري، بالإضافة إلى شبكة معلومات موحدة للمحتوى التراثي بالمتاحف المصرية تجمع جميع المتاحف المصرية معًا، وإتاحة هذه القواعد على شبكة الإنترنت للإفادة والدراسة والبحث، ولاستفادة نظم وتقنيات الذكاء الاصطناعي من محتواها، مما يعود بالنفع فيما يتعلق بنشر هذا المحتوى التراثي على أوسع نطاق، فضلا عن ضمان عالمية الإفادة منه.

ب. الجهات المعنية بالتراث الثقافي العربي كالمنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم (ألكسو)، ومنظمة العالم الإسلامي للتربية والثقافة والعلوم(الإيسيسكو):

- العمل على تطوير أطر عمل ومعايير تضمن التشغيل البيني وتوحيد الممارسات المتعلقة بوصف وتوثيق التراث الثقافي على المستوى العربي كمبادرة يوروبين Europeana؛ وذلك لضمان كفاءة عملية مشاركة واستخدام هذه البيانات باعتبارها تدريبًا لتقنيات الذكاء الاصطناعي، مما يضمن توسيع دائرة إتاحة ما تزخر به البلدان العربية من محتوى تراثي قيم وفريد، وإثبات الحضور المؤثر على خريطة التراث العالمي.

ج. الجهات التشريعية بالدولة والمجلس الوطني للذكاء الاصطناعي:

- الشروع في وضع الأطر التشريعية والقانونية، والخطط التنظيمية للبحث والتطوير في مجال الذكاء الاصطناعي؛ للحد من تحدياته ومثالبه المختلفة سواء كانت الأخلاقية، أو الاجتماعية وغيرها.

د. الجهات الأكاديمية والجامعات المصرية:

- ضرورة تطوير البرامج الدراسية لتشمل مقررات عن الذكاء الاصطناعي بكافة المجالات والتخصصات، وليس الاكتفاء بإنشاء كليات عن الذكاء الاصطناعي فقط؛ ذلك للتدريب على آليات التعامل مع تقنياته وأدواته المختلفة الخاصة بكل مجال وتخصص علمي.

المصادر

أولا: المصادر العربية

١. أبو بكر خوالد(محرر)، (٢٠١٩). تطبيقات الذكاء الاصطناعي كتوجه حديث لتعزيز تنافسية منظمات الأعمال، المركز الديمقراطي العربي للدراسات الاستراتيجية والسياسية والاقتصادية.
https://democraticac.de/wp-content/uploads/2019/09/%D8%AA%.pdf

٢. أحمد الشبراوي ومحمود الجوهري. (٢٠٢١)، تطبيقات الذكاء الاصطناعي في عمليات الترميم التخيلي للمقتنيات والمباني الأثرية وتأصيلها ضد أعمال السرقة والتزييف. في الندوة العلمية الأولى تطبيقات الذكاء الاصطناعي في العلوم الاجتماعية والإنسانيات: الخصائص، البرمجيات، آليات التنفيذ، القاهرة: جامعة القاهرة، كلية الآداب. متاح على
https://aijtid.journals.ekb.eg/article_214755_d68f804f93230189f3fa60ef27d6004c.pdf

٣. أميرة تاوضروس، (٢٠١٩)، استخدام نمذجة الحاسب الآلية في إدارة الأزمات الأمنية، المجلة الجنائية القومية.(2)62
https://nci.journals.ekb.eg/article_208619_646088653e6af5c9adcad4cab8400299.pdf

٤. أيمن الحسيني (ديسمبر ٣١، ٢٠٢١). أبرز استخدامات الذكاء الاصطناعي في مصر خلال عام ٢٠٢١.https://www.vetogate.com/4494531، تمت زيارته 19/6/2023.

٥. باروك (٢٠٢٣). معرفة.
https://www.marefa.org/%D8%A8%D8%A7%D8%B1%D9%88%D9%83

٦. بوابة معلومات مصر (أكتوبر،٢٥، ٢٠٢١)، رئيس الوزراء يشهد توقيع إعلان نوايا بين وزارة الاتصالات المصرية ووزارة الاقتصاد والمالية الفرنسية لتعزيز التعاون في مجال الذكاء الاصطناعي.
https://www.eip.gov.eg/IDSC/News/View.aspx?ID=16480
تمت زيارته ٢٠٢٣/٦/٢٤.

٧. البيان (فبراير ٧، ٢٠٢٣)، متحف المستقبل يفتتح منجزًا يعتمد الذكاء الاصطناعي.
https://www.albayan.ae/uae/news/2023-02-07-1.4610932 ،

تمت زيارته 19/6/2023

٨. جيرمين عبد الكافي، تقوى عيسوي، أحمد حسنين،(٢٠٢٢)، تصورات السائحين تجاه استخدام خدمات الذكاء الاصطناعي في السياحة والضيافة، المجلة العلمية للسياحة والفنادق والتراث، ٥(١)، https://sjs.journals.ekb.eg/article_272473_dbafbda6e75a879b0a47502b30e2081c.pdf?lang=ar.

٩. حنان مبروك (فبراير ٢٨، ٢٠٢٢). المتاحف لم تعد تثمينًا للماضي فقط، بل استشراف للمستقبل، متحف المستقبل يكشف لزواره أسرار الحياة المتجددة عام 2071. https://alarab.news/%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%AA%D8%A7% تمت زيارته 19/6/2023.

١٠. رحاب محمود الشرنوبي، كريم أحمد عبد الفتاح، أمل أبو المجد. (٢٠٢٢). التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي في الإرشاد السياحي: التحديات والفرص، مجلة كلية السياحة والفنادق، جامعة المنصورة، ١١(٥)، https://mkaf.journals.ekb.eg/article_259492_1ea3b3ddd6858105565d701146c3d689.pdf.

١١. صباح عيد رجاء الصبحي، (٢٠٢٠). واقع استخدام أعضاء هيئة التدريس بجامعة نجران لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في التعليم. مجلة كلية التربية فى العلوم التربوية، ٤٤(٤)، https://journals.ekb.eg/article_147725_74b9e0488d1536e4457e305dc9c2a33d.pdf.

١٢. صورية شنبي، (٢٠١٦). تنفيذ استراتيجية تطوير النقل بالسكك الحديدية في الجزائر باستخدام أنظمة النقل الذكية كأحد تطبيقات الذكاء الاصطناعي. مجلة الدراسات المالية والمحاسبية، ٧(١), https://www.asjp.cerist.dz/en/article/40306

١٣. غادة عبد الفتاح عبد العزيز ومحمود حسن محمود، (٢٠٢٣)، توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في المتحف الافتراضي في تنمية مهارات التفكير التشعيبي والوعي الأثري لدى طلاب المرحلة الثانوية في مادة التاريخ واتجاهاتهم نحوها. مجلة كلية التربية فى العلوم التربوية، ٤٧(١)، https://jfees.journals.ekb.eg/article_298810_13ffabfd713c548836fb58f2ae8bde9b.pdf

١٤. مايكروسوفت (يونيو،١، ٢٠٢١)، "متحف قطر الوطني" يتعاون مع "مايكروسوفت" لدفع عجلة التحول الرقمي في متاحف الدولة.
https://news.microsoft.com/ar-xm/2021/06/01/%D9%85%
تمت زيارته ٢٠٢٣/٦/٢٤.

١٥. مايكروسوفت (٢٠٢٣)، الذكاء الاصطناعي لخدمة الإنسانية والعالم، https://news.microsoft.com/ar-xm/features/%D8%A7%D9%84%D8%B0%D9%83%D8%A7%D8%A1-/، ٢٠٢٣/٧/٢٤.

١٦. متاحف قطر (مايو، ٣٠، ٢٠٢٣)، NMoQ Explorer: تفتح أبواب متحف قطر الوطني أمام العالم، https://qm.org.qa/ar/stories/all-stories/nmoq-explorer/، تمت زيارته ٢٠٢٣/٦/٢٥.

١٧. متحف المستقبل (٢٠٢٢)، المبنى. https://museumofthefuture.ae/ar/the-building، تمت زيارته 18/6/2023.

١٨. محمود الجوهري وأحمد الشبراوي (٢٠٢١)، تسجيل وتوثيق الآثار المتحفية بتقنية التصوير الفوتوجرامتري كأحد تطبيقات الذكاء الاصطناعي. في الندوة العلمية الأولى تطبيقات الذكاء الاصطناعي في العلوم الاجتماعية والإنسانيات: الخصائص، البرمجيات، آليات التنفيذ. القاهرة: جامعة القاهرة، كلية الآداب. متاح على https://aijtid.journals.ekb.eg/article_214755_d68f804f93230189f3fa60ef27d6004c.pdf

١٩. مصطفى صوفي (٢٠٢٣)، توظيف الذكاء الاصطناعي في إنتاج سرد قصصي رقمي بأسلوب الموشن جرافيكس وأثر ذلك على إحياء التراث الثقافي، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية.https://mjaf.journals.ekb.eg/article_292782.html?lang=ar

٢٠. منظمة العالم الإسلامي للتربية والثقافة والعلوم (إيسيسكو)، (أبريل، ١٥، ٢٠٢٠)، حماية التراث في بيت الإيسيسكو الرقمي.
https://icesco.org/ar/2020/04/15/%D8%AD/، تمت زيارته ٢٠٢٣/٦/٢٤.

٢١. الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي ومجمع الملك سلمان العالمي للغة العربية (٢٠٢٢)، معجم البيانات والذكاء الاصطناعي. https://sdaia.gov.sa/ar/MediaCenter/KnowledgeCenter/ResearchLibrary/SDAIAPublications15.pdf

٢٢. الهيئة العامة للاستعلامات (مايو،١٢،٢٠٢٠)، الاجتماع الاستثنائي عن بعد لوزراء الثقافة في الوطن العربي.
https://www.sis.gov.eg/Story/202671/%D8%A7%D9lang=ar ، تمت زيارته ٢٠٢٣/٦/٢٤.

٢٣. وزارة الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات (٢٠٢١)، الاستراتيجية الوطنية للذكاء الاصطناعي.
https://mcit.gov.eg/Ar/Publication/Publication_Summary/9283

٢٤. وزارة الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات، (فبراير، ٢٦، ٢٠٢٠)، بروتوكول تعاون بين الثقافة والاتصالات لإعادة إحياء التراث الفكري والفني باستخدام الذكاء الاصطناعي والواقع الافتراضي.
https://mcit.gov.eg/Ar/Media_Center/Press_Room/Press_Releases/43625
تمت زيارته ٢٠٢٣/٦/٢٤.

ثانيًا: المصادر الأجنبية:

1. Amigoni, F., & Schiaffonati, V. (2009). The Minerva system: A step toward automatically created virtual museums. Applied Artificial Intelligence, 23(3), 204-232. https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08839510802715159
2. Azoulay, A. (2019). Towards an ethics of artificial intelligence. UN Chronicle, 55(4), https://www.un.org/en/chronicle/article/towards-ethics-artificial-intelligence , visited 18/7/2023.
3. Barnes Foundation (2022). A New Way to See the Barnes. https://www.barnesfoundation.org/barnesfocus , Visited 14/٦/٢٠٢٣.
4. Bordoni, L., (2016). Artificial intelligence for cultural heritage. (Mele, F.,Eds.). Cambridge Scholars Publishing. https://www.google.com.eg/books/edition/Artificial_Intelligence_for_Cultural_Her/eNX6DAAAQBAJ?hl=en&gbpv=1&dq=artificial+intelligence+for+cultural+heritage+book+download&printsec=frontcover
5. Charles,K., (2021). Multi-Label Classification with Scikit-MultiLearn. https://www.section.io/engineering-education/multi-label-classification-with-scikit-multilearn/#:~:text=In%20multi%2Dlabel%20classification%2C%20we,%2C%20action%2C%20or%20all%20simultaneously.
6. Charr,M., (August, 10, 2021). Museum Uses Artificial Intelligence to Watch Visitors. https://www.museumnext.com/article/museum-uses-artificial-intelligence-to-watch-visitors/ , Visited 16/٦/٢٠٢٣.

7. Cognizant. (2023). Cognitive computing. https://www.cognizant.com/us/en/glossary/cognitive-computing#:~:text=Cognitive%20computing%20refers%20to%20technology,artificial%20intelligence%20and%20signal%20processing
8. Cognizant. (2023). Deep learning. https://www.cognizant.com/us/en/glossary/deep-learning
9. Cognizant. (2023). Natural language processing. https://www.cognizant.com/us/en/glossary/natural-language-processing
10. Davis- Marks. I. (June 25, 2021). Lost Edges of Rembrandt's 'Night Watch' Are Restored Using Artificial Intelligence: Experts have used new technology to recreate missing portions of the old master painting. https://www.smithsonianmag.com/smart-news/lost-edges-rembrandts-night-watch-are-restored-using-artificial-intelligence-180978056/ , Visited 16/٦/٢٠٢٣.
11. Duguleană, M., Briciu, V. A., Duduman, I. A., & Machidon, O. M. (2020). A virtual assistant for natural interactions in museums. Sustainability, 12(17), 6958. https://www.mdpi.com/2071-1050/12/17/6958
12. Elgammal,A. (September 24, 2021). How Artificial Intelligence Completed Beethoven's Unfinished Tenth Symphony. https://www.smithsonianmag.com/innovation/how-artificial-intelligence-completed-beethovens-unfinished-10th-symphony-180978753/, Visited 16/٦/٢٠٢٣.
13. Farouk, M., El-Rifai, I., El-Tayar, S., El-Shishiny, H., Hosny, M., El-Rayes, M., ... & Magerlein, K. (2003). Scanning and processing 3D objects for web display. In The 4th International Conference on 3-D Digital Imaging and Modeling (3DIM 2003). https://ieeexplore.ieee.org/document/1240264
14. Fiorucci, M., Khoroshiltseva, M., Pontil, M., Traviglia, A., Del Bue, A., & James, S. (2020). Machine learning for cultural heritage: A survey. Pattern Recognition Letters, 133, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167865520300532
15. French, A., & Villaespesa, E. (2019). AI, visitor experience, and museum operations: a closer look at the possible. In Humanizing the Digital: Upproceedings from the MCN 2018 Conference (pp. 101-113). Museums Computer Network. https://www.researchgate.net/profile/Elena-Villaespesa/publication/333852865_AI_Visitor_Experience_and_Museum_Operations_A_Closer_Look_at_the_Possible/links/5d091188a6fdcc35c1589a53/AI-Visitor-Experience-and-Museum-Operations-A-Closer-Look-at-the-Possible.pdf

16. Gasimova, R. T., & Abbasli, R. N. (2020). Advancement of the search process for digital heritage by utilizing artificial intelligence algorithms. Expert Systems with Applications, 158, 113559. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957417420303833
17. Gregory, M. (2021). Exploring AI in the cultural heritage sector. https://pro.europeana.eu/post/exploring-ai-in-the-cultural-heritage-sector
18. Hanke,H. (Jun 10, 2019). Artificial Intelligence in Service of Understanding and Delight. Artificial Intelligence in Service of Understanding and Delight – American Alliance of Museums (aam-us.org), Visited 15/6/2023/.
19. Intel Corporation (2018). Intel's Drone and Artificial Intelligence Technology to Help fix Great Wall of China. https://newsroom.intel.com/news/intels-drone-artificial-intelligence-technology-help-restore-chinas-great-wall/. Visited 14/12/2021.
20. International Business Machines Corporation (IBM). (2021). What is artificial intelligence in medicine? https://www.ibm.com/ae-ar/watson-health/learn/artificial-intelligence-medicine#:~:text=%D9%86%D , Visited 16/6/2023/.
21. International Council of Museums (ICOM). (2023) Red lists. https://icom.museum/en/red-lists/ , visited 8/7/2023.
22. Iran,A. (2021). SINA Storyteller. https://www.ivow.ai/sina-storyteller.html , visited 15/3/2023.
23. Karterouli, K., & Batsaki, Y. (2021). AI and Cultural Heritage Image Collections: Opportunities and challenges. In EVA. https://www.researchgate.net/publication/352958859_AI_and_Cultural_Heritage_Image_Collections_Opportunities_and_challenges
24. Kononova, O., Prokudin, D., & Tupikina, E. (2020). From e-Tourism to Digital Tourism. Terminologically Review. In SSI (pp. 164-177). https://ceur-ws.org/Vol-2784/rpaper13.pdf
25. Kvak, D. (2022). Leveraging Computer Vision Application in Visual Arts: A Case Study on the Use of Residual Neural Network to Classify and Analyze Baroque Paintings. arXiv preprint arXiv:2210.15300.
26. Lim,P.(Feb 3, 2019). Bringing black and white photos to life using Colourise.sg: adeep learning colouriser trained with old Singaporean photos. https://bolg.data.gov.sg/bringing-black-and-white-photos-to-life-using-colourise-sg-435ae5cc5036 , visited 14/12/2021.
27. Magdalena, P. S. (2023). Artificial intelligence in the context of cultural heritage and museums: Complex challenges and new opportunities. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/747120/EPRS_BRI(2023)747120_EN.pdf

28. Mantovan, L., & Nanni, L. (2020). The computerization of archaeology: survey on artificial intelligence techniques. SN Computer Science, 1, 1-32. https://link.springer.com/article/10.1007/s42979-020-00286-w
29. Marzouk, M., ElSharkawy, M., Elsayed, P., & Eissa, A. (2020). Resolving deterioration of heritage building elements using an expert system. International Journal of Building Pathology and Adaptation, 38(5), https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJBPA-12-2019-0106/full/html?casa_token=nK4ufxm7BQ0AAAAA:y2TX5MBZ24i6fMmzvn9iixN3XDMM3R65OBG4u5lrAH_iEOj-A4BvMxi0aux4GrC5ytgz5w_qZue3ni5mA0C8vQ1dqrADxUdE76C3FD6L-3E6V_-bwRtP
30. Merritt,E.(Jan 25, 2023). Chatting About Museums with ChatGPT. https://www.aam-us.org/2023/01/25/chatting-about-museums-with-chatgpt/#:~:text=ChatGPT%3A%20Museums%20can%20use%20ChatGPT,about%20the%20artifacts%20on%20display. Visited 19/6/2023
31. Merritt,E.(Jun 29, 2018). Futurist Friday: Argumentative AI. https://www.aam-us.org/2018/06/29/futurist-friday-argumentative-ai/?_ga=2.226595613.123780761.1686472304-1745840319.1686472304 Visited 14/6/2023
32. Murphy, O., & Villaespesa, E. (2019). The Museums+ AI Network. https://www.bmitpglobalnetwork.org/wp-content/uploads/2022/05/The-Museums-and-AI-Network-Toolkit.pdf
33. Museum Booster (2021). Museum innovation barometer. https://cultureactioneurope.org/files/2021/08/Museum-Innovation-Barometer-2021.pdf#
34. OpenAI. (2023). ChatGPT. https://openai.com/chatgpt , Visited 14/6/2023
35. Open CV. (2023). cv: BackgroundSubtractorMOG2 Class Reference, https://docs.opencv.org/3.4/d7/d7b/classcv_1_1BackgroundSubtractorMOG2.html , Visited 23/7/2023
36. Orea-Giner, A., Muñoz-Mazón, A., Villacé-Molinero, T., & Fuentes-Moraleda, L. (2022). Cultural tourist and user experience with artificial intelligence: a holistic perspective from the industry 5.0 approach. Journal of Tourism Futures. https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JTF-04-2022-0115/full/html
37. Palazzolo, T., et al (2020). Deepdive: Using AI, machine learning, and virtual reality to explore ancient, submerged civilizations. In 2020 Third International Conference on Artificial Intelligence for Industries (AI4I) (pp. 79-82). https://ieeexplore.ieee.org/document/9253122
38. Park, S., et al (2021). Improving unsupervised image clustering with robust learning. In Proceedings of the IEEE/CVF Conference on

Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 12278-12287). https://openaccess.thecvf.com/content/CVPR2021/papers/Park_Improving_Unsupervised_Image_Clustering_With_Robust_Learning_CVPR_2021_paper.pdf

39. Perera, W. L., Messemer, H., Heinz, M., & Kretzschmar, M. (2020). Detecting Treasures in Museums with Artificial Intelligence. In Workshop Gemeinschaften in Neuen Medien (GeNeMe) 2020. TUDpress. https://tud.qucosa.de/api/qucosa%3A73554/attachment/ATT-
40. Gasimova, R. T., & Abbasli, R. N. (2020). Advancement of the search process for digital heritage by utilizing artificial intelligence algorithms. Expert Systems with Applications, 158, 113559. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957417420303833
41. Rijksmuseum. (2023). The Night Watch, Rembrandt van Rijn,1642. https://www.rijksmuseum.nl/en/collection/SK-C-5 , Visited 16/6/2023
42. S. Boutarfass and B. Besserer, "Improving CNN-based colorization of B&W photographs," 2020 IEEE 4th International Conference on Image Processing, Applications and Systems (IPAS), Genova, Italy, 2020, pp. 96-101, doi: 10.1109/IPAS50080.2020.9334930
43. Schwab, K. (Ed.) (2023). The Fourth Industrial Revolution. Britannica. https://www.britannica.com/topic/The-Fourth-Industrial-Revolution-2119734 , Visited 20/7/2023.
44. The Metropolitan Museum of Art. (2019). New Perspectives on Storytelling, Artificial Intelligence, and Art. https://www.metmuseum.org/blogs/now-at-the-met/2019/new-perspectives-storytelling-art-artificial-intelligence Visited 13/6/2023
45. The Smithsonian Institution. (April 24, 2018). Smithsonian Launches Pilot Program of “Pepper” Robots. https://www.si.edu/newsdesk/releases/smithsonian-launches-pilot-program-pepper-robots Visited 14/6/2023
46. Time Machine Organization (2023). TIME MACHINE: INVIGORATING EUROPEAN HISTORY WITH THE BIG DATA OF THE PAST. https://www.timemachine.eu/about-us/ visited 15/3/2023.
47. Trichopoulos, G., Alexandridis, G., & Caridakis, G. (2023). A Survey on Computational and Emergent Digital Storytelling. Heritage, 6(2), 1227-1263. https://www.mdpi.com/2571-9408/6/2/68
48. Varitimiadis, S., Kotis, K., Pittou, D., & Konstantakis, G. (2021). Graph-based conversational AI: towards a distributed and collaborative multi-chatbot approach for museums. Applied Sciences, 11(19), 9160. https://www.mdpi.com/2076-3417/11/19/9160
49. Vidu, C., Zbuchea, A., & Pinzaru, F. (2021). Old Meets New: Integrating Artificial Intelligence in Museums’ Management

Practices. Strategica. Shaping the Future of Business and Economy, 830-844. https://strategica-conference.ro/wp-content/uploads/2022/04/63-1.pdf

50. Villaespesa, E., (March 25, 2021). List of Artificial Intelligence (AI) initiatives in museums. https://www.artsmetrics.com/en/list-of-artificial-intelligence-ai-initiatives-in-museums/ , visited 22/6/2023.
51. Wang, M. (2020). Bronze Culture Image Recognition System based on Artificial Intelligence and Network Technology. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1574, No. 1, p. 012097). IOP Publishing. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1574/1/012097/pdf
52. Wenji, Z., Rongrong, C., & Li, N. (2022). The Innovative Practice of Artificial Intelligence in the Inheritance of Chinese Xiangjin Art. Scientific Programming, 2022, 1-10. https://web.s.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl
53. Wojtkowska, M., et al. (2021). Validation of terrestrial laser scanning and artificial intelligence for measuring deformations of cultural heritage structures. Measurement, 167, 108291. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263224120308319
54. Wood, R. L., & Mohammadi, M. E. (2021). Feature-based point cloud-based assessment of heritage structures for nondestructive and noncontact surface damage detection. Heritage, 4(2), 775-793. https://digitalcommons.unl.edu/civilengfacpub/257/
55. Z. Zhang, A. Schenkel and O. Debeir. 2020. AI Guided Panoramic Image Reconstruction. International Conference on Cultural Heritage and New Technologies in Vienna, https://archiv.chnt.at/wp-content/uploads/AI-Guided-Panoramic-Image-Reconstruction.pdf