

Olivia Rybak-Karkosz*

orcid.org/0000-0001-5335-1216

Wyzwania i możliwości związane z wykorzystaniem sztucznej inteligencji (konwolucyjnych sieci neuronowych) do badania autentyczności obrazów¹

Challenges and Opportunities of Using Artificial Intelligence (Convolutional Neural Networks) for Authenticating Paintings¹

Słowa kluczowe: sztuczna inteligencja, badanie autentyczności dzieł sztuki, fałszerstwa dzieł sztuki

Keywords: artificial intelligence, art authentication, art forgery

Wstęp

W opracowaniu przeanalizowano możliwości wykorzystania konwolucyjnych sieci neuronowych do badania autentyczności obrazów, wskazując zarówno wyzwania, jak i potencjalne korzyści takiego rozwiązania. Zastosowanie oprogramowania komputerowego w badaniu dzieł sztuki nie jest pomysłem nowym. Istnieje wiele takich przykładów – warto wspomnieć choćby o algorytmach porównujących „kapiący” styl Jacksona Pollocka i jego naśladowców [Shamir 2015, s. 3] czy technologię rozpoznawania obrazów przyjętą do identyfikacji rysunków Eugène Delacroix [Kröner, Lattner 1998, s. 462–464] albo do identyfikacji stylu artysty i klasyfikacji obrazu do jednej ze szkół malarskich (impresjonizmu, surrealizmu lub ekspresjonizmu abstrakcyjnego) [Shamir et al. 2010, s. 1–18]. Warto jednak ponownie przyjrzeć się temu zagadnieniu w kontekście pojawiających się kolejnych badań wykorzystujących konwolucyjne sieci neuronowe oraz toczącej się dyskusji na temat możliwości sztucznej inteligencji, jej dynamicznego rozwoju w ostatnich latach, a także obaw związanych z potencjalnym zastępowaniem przez nią człowieka w niektórych obszarach pracy.

Introduction

In this study, the potential of using convolutional neural networks to authenticate paintings is analyzed, including the identification of both challenges to and potential benefits of such a solution. Utilization of computer software in the examination of works of art is anything but new. Many such examples can be found—for instance, one can mention the algorithms comparing the “dripping” style of Jackson Pollock and his followers [Shamir 2015, p. 3] or the image recognition technologies used to identify the drawings by Eugène Delacroix [Kröner, Lattner 1998, pp. 462–464] or to identify an artist’s style and classify a painting as belonging to one of the painting schools (impressionism, surrealism or abstract expressionism) [Shamir et al. 2010, pp. 1–18]. However, the question is worth reconsidering in light of emerging research that leverages convolutional neural networks and the ongoing discussion of the capacities of artificial intelligence, its dynamic growth over recent years, and fears about the potential replacement of humans by artificial intelligence in certain areas of work.

* dr, Uniwersytet Śląski w Katowicach, Wydział Prawa i Administracji, Instytut Nauk Prawnych

* *Ph.D., University of Silesia in Katowice, Faculty of Law and Administration, Institute of Legal Sciences*

Cytowanie / Citation: Rybak-Karkosz O. Challenges and Opportunities of Using Artificial Intelligence (Convolutional Neural Networks) for Authenticating Paintings. *Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation* 2026, 85:17–30

Otrzymano / Received: 25.06.2025 • **Zaakceptowano / Accepted:** 19.08.2025

doi: 10.48234/WK85ARTIFICIAL

Praca dopuszczona do druku po recenzjach

Article accepted for publishing after reviews

W świecie sztuki duże poruszenie wywołała notka prasowa opublikowana przez rzymską galerię Gagosian w związku z nową wystawą Alexa Israela „Fins” [Exhibition 2023]. Została ona w całości opracowana przez stworzony przez OpenAI chatbot ChatGPT (na marginesie, był to pomysł samego artysty, chcącego podkreślić możliwości wykorzystania nowoczesnych technologii w sztuce). Niektórzy publicyści zaczęli się nawet zastanawiać, czy nadchodzi zmierzch zawodu rzecznika prasowego. Można więc postawić nieco prowokacyjne pytania, czy w takim razie nadchodzi rewolucja w zakresie badania autentyczności dzieł sztuki, czy eksperci mogą czuć się zagrożeni i wreszcie, czy możliwa jest analiza dzieła wyłącznie przez komputer z pominięciem czynnika ludzkiego.

Sztuczna inteligencja – konwolucyjne sieci neuronowe

Nowe technologie, a sztuczna inteligencja szczególnie, stają się nieodłącznym elementem wielu dziedzin nauki. Na bardzo ogólnym poziomie wyróżnia się sztuczną inteligencję wąską (nazywaną również słabą) oraz ogólną (silną). Ta druga oznacza rodzaj intelektu rozwijającego się na podstawie zdobywanego doświadczenia w sposób charakterystyczny dla ludzkiego umysłu². Jak dotąd pozostaje ona w sferze filmowej fikcji, a eksperci są podzieleni w kwestii tego, czy i kiedy jej stworzenie będzie w ogóle możliwe³.

Wąska sztuczna inteligencja jest natomiast uczona, jak wykonywać ściśle określone zadania. W tym celu przetwarza ogromne ilości danych, aby rozwijać swoje możliwości bez konieczności programowania zadań komputera krok po kroku. W efekcie „jej faktyczna pozycja i działanie stają się autonomiczne i nie podlegają lub podlegają ograniczonej kontroli osób fizycznych” [Chłopecki 2021, s. 5]. Rozwiązania tego typu znajdują coraz szersze zastosowanie, m.in. jako asystenci użytkowników urządzeń elektronicznych (tacy jak Siri czy Amazon Alexa), jako wsparcie w centrach obsługi klienta czy przy podejmowaniu działań na podstawie analizy cyfrowych obrazów, filmów i innych danych wizualnych.

„Problematyka AI i jej zastosowanie obejmuje zagadnienia techniczne, etyczne i prawne w ujęciu globalnym” [Szostek 2019, s. 43]. Problemy prawne dotyczą niemal każdej gałęzi, począwszy od prawa cywilnego i autorskiego, na prawach człowieka kończąc, a trudności z regulacją sztucznej inteligencji pojawiają się już na etapie definicyjnym. Przykładem jest choćby proces zmian wprowadzanych przez Komisję Europejską od 2021 do 2024 r. na potrzeby Aktu o sztucznej inteligencji. Dynamiczny rozwój AI i pojawiające się w związku z tym problemy natury moralnej czy etycznej sprawiają, że definiowanie tego pojęcia na przyszłość jest zadaniem niezwykle trudnym, a jednocześnie bardzo potrzebnym. Chociaż w ocenie badaczy nie jest możliwe skodyfikowanie zasad odpowiedzialności za AI w jednym akcie prawnym, Akt o sztucznej inteligencji może stanowić jedną z wielu regulacji – na poziomie zarówno europej-

In the art world, much excitement was caused by a press release from the Roman Gagosian Gallery about the new Alex Israel exhibition, “Fins” [Exhibition 2023]. It was prepared entirely by ChatGPT, a chatbot developed by OpenAI (as a side note, this was the artist’s idea, intended to emphasize the potential of using modern technologies in art). Certain journalists even started to wonder whether we are witnessing a twilight of the press spokesperson profession. In light of the above, somewhat provocative questions can be asked: whether a revolution is approaching in the area of authenticating works of art, whether experts should feel threatened, and, finally, whether it would be possible to examine a work of art solely by computer without human involvement.

Artificial intelligence: convolutional neural networks

New technologies, and in particular artificial intelligence, have become integral to many scientific branches. At a very general level, one can distinguish between narrow artificial intelligence (also referred to as weak AI) and general (strong) AI. The latter term refers to a type of intellect developing on the basis of acquired experience in a manner characteristic of the human mind.² For the time being, it remains a matter of movie fiction, and experts are divided on whether it is at all possible, or when, to develop such intelligence.³

On the other hand, narrow artificial intelligence is trained to perform specific, well-defined tasks. For that purpose, such AI processes large amounts of data to develop its capabilities without programming computer tasks step-by-step. In consequence, “its actual position and operation become autonomous and subject to no or only limited control by natural persons” [Chłopecki 2021, p. 5]. Solutions of such type have an increasingly wider application, e.g., as assistants to users of electronic devices (such as Siri or Amazon Alexa), as support tools in call centers, or when actions are taken based on analysis of digital images, films, or other visual data.

“The problems of AI and its application cover technical, ethical, and legal questions in a global perspective” [Szostek 2019, p. 43]. Legal problems arise in almost every branch of law, from civil and copyright law to human rights, and challenges to the legal regime of artificial intelligence already arise at the definition stage. As an example, one can point to the reform process launched by the European Commission from 2021 to 2024 to implement the Artificial Intelligence Act. In the face of the dynamic development of AI and corresponding moral or ethical problems, defining the concept for the future is an extremely difficult task, and at the same time, a much-needed one. Although, in the opinion of academic authors, it is impossible to codify the terms of liability for AI within one legislative act, the Artificial Intelligence Act can be one of multiple pieces of legislation—both on the European and na-

skim, jak i krajowym – które obejmą tę złożoną i niejednorodną problematykę [Szostek 2022, s. 124]. Sytuację utrudnia również fakt, że IBAC (akronim obejmujący internet rzeczy, blockchain, cyberbezpieczeństwo i sztuczną inteligencję) opiera się na kodach źródłowych, które nierzadko zawierają w sobie elementy umów czy domniemania prawne [Szostek 2022, s. 44], a pozostają pod kontrolą podmiotów prywatnych i nie podlegają weryfikacji przez instytucje publiczne.

Jednym z rodzajów sztucznej inteligencji są konwolucyjne sieci neuronowe (CNN) najczęściej wykorzystywane do przetwarzania obrazów. Są one szczególnie odpowiednie do pracy z obrazami jako danymi wejściowymi. CNN składają się z trzech typów warstw: spłotowych, pulujących i w pełni połączonych [Liang, Hu 2015, s. 3367–3375]. W obszarze sztuki konwolucyjne sieci neuronowe uczące się stylu konkretnego artysty wykorzystywane są nie tylko do tworzenia i współtworzenia dzieł, ale również – co potwierdzają badania prowadzone zarówno przez ośrodki badawcze [Dobbs, Ras 2022, s. 1; Dobbs et al. 2023; Blessing, Wen 2010, s. 1–5], jak i podmioty prywatne [Frank, Frank 2022, s. 835–868; Reuter 2023] zajmujące się działalnością komercyjną – do badania autentyczności obrazów.

Badanie autentyczności obrazów

Tradycyjne badania autentyczności obrazów – tj. analiza historyczno-stylistyczna i badania kryminalistyczne – przeprowadzane w formie kompleksowej ekspertyzy angażującej specjalistów z różnych dziedzin, mogą być kosztowne i czasochłonne. Z tego względu bywa, że rezygnuje się z nich nawet w postępowaniach karnych, ponieważ często zdarza się, że oszacowana wartość badanego przedmiotu okazuje się znacznie niższa niż koszt ekspertyzy weryfikującej jego autentyczność [Siemionkiewicz 2016, s. 289]. Osobną kwestią pozostaje konserwatywne podejście historyków sztuki, którzy z rezerwą odnoszą się do tego typu współpracy i interdyscyplinarnych badań. Jak sami podkreślają, wynika to z ich przygotowania zawodowego, opartego na zasadzie prymatu jednej dziedziny i przekonaniu, że tylko w jej obrębie możliwe jest uzyskanie prawidłowych rezultatów badawczych.

Osobnym problemem pozostają ograniczenia poszczególnych metodyk badawczych. Analiza historyczno-stylistyczna powinna być prowadzona przez doświadczonego historyka sztuki. Oprócz podstawowego warsztatu badawczego ekspert taki wykorzystuje dodatkowo wiedzę z zakresu estetyki historycznej i swego rodzaju ekspercką intuicję. Często są to badania o charakterze wysoce subiektywnym, przez co obarczone dużym marginesem błędu. Historia zna przypadki błędnych ekspertyz, w których falsyfikat został uznany za oryginał. Przyczyny takich pomyłek bywają różne: od fascynacji obrazem i obsesyjnej chęci odnalezienia zaginionego dzieła⁴, przez wizję milionowego zysku⁵, po znacznie częstsze, bardziej prozaiczne okoliczności, takie jak krótki czas na przeprowadzenie ba-

tional level—covering the comprehensive and heterogeneous subject area [Szostek 2022, p. 124]. The situation is also made more difficult by the fact that IBAC (acronym covering the Internet of Things, blockchain, cybersecurity, and artificial intelligence) is based on source codes that often incorporate components of agreements or legal presumptions [Szostek 2022, p. 44], and are controlled by private entities without any verification by public institutions.

One type of artificial intelligence is convolutional neural networks (CNNs), which are most commonly used to process images. They are especially adequate for work with images as entry data. CNNs are composed of three types of layers: convolutional, pooling, and fully connected [Liang, Hu 2015, pp. 3367–3375]. In the area of arts, convolutional neural networks learning a style of a specific artist are used not only to create or co-create works of art but also—as confirmed by research conducted both by research centers [Dobbs, Ras 2022, p. 1; Dobbs et al. 2023; Blessing, Wen 2010, pp. 1–5] and by private entities [Frank, Frank 2022, pp. 835–868; Reuter 2023] engaged in commercial activities—to authenticate paintings.

Authentication of paintings

Traditional methods of authenticating paintings—i.e., historical and style analysis as well as forensic research—carried out as a comprehensive expert appraisal with the involvement of specialists in multiple areas, can be costly and time-consuming. For the above reason, sometimes such an appraisal is abandoned even in criminal proceedings, as it is often the case that the estimated value of the examined object turns out to be much lower than the cost of the expert opinion [Siemionkiewicz 2016, p. 289]. A separate matter is the conservative attitude of art historians, who have reservations about such cooperation and interdisciplinary research. As they themselves point out, this follows from their vocational training, based on the principle of primacy of one branch and the conviction that only within that branch is it possible to obtain correct research results.

Another issue is the limits of specific research methodologies. A historical and stylistic analysis should be carried out by an experienced art historian. Apart from the basic research skills, such an expert also draws on their knowledge of historical aesthetics and a distinctive expert intuition. Oftentimes, the examination is of a highly subjective nature and, therefore, subject to a large margin of error. History knows examples of erroneous expert opinions under which a forgery was considered an original. The causes of errors can be multiple: from fascination with the painting and an obsessive urge to find the lost work,⁴ through a vision of millions to be earned,⁵ to much more frequent and more down-to-earth circumstances, such as a short deadline to meet or pressure to deliver an expert opinion resolving the object's market value. Another prob-

dań czy presja wydania ekspertyzy decydującej o wartości rynkowej obiektu. Problemem może być również brak odpowiednich kompetencji osoby sporządzającej ekspertyzę, subiektywność samej metodyki, ale także brak dokumentacji i udokumentowanej proveniencji dzieła utrudniający odtworzenie jego historii. Ta ostatnia kwestia dotyczy wielu dzieł, szczególnie polskich. Przyczyną są oczywiście rabunki i zniszczenia wojenne, zmiany granic, migracje, a także zubożenie społeczeństwa. Dzieła, które przetrwały, często zostały wyrwane ze swojego pierwotnego kontekstu, zmieniając właścicieli nierzadko w dramatycznych okolicznościach.

W przypadku metod z zakresu techniki kryminalistycznej ograniczeniem mogą być również wysokie koszty badań laboratoryjnych, a także konieczność pobrania próbki materiału w badaniach wykorzystujących metody niszczące. Choć oczywiście istnieją też, coraz częściej standardowo stosowane, metody nieniszczące lub mikroniszczące. Inną kwestią jest brak możliwości przeprowadzenia badań ze względu na zły stan zachowania obiektu czy nieczytelność istotnych fragmentów (np. sygnatury) z powodu zmian związanych z dawnymi interwencjami konserwatorskimi i renowacyjnymi.

Wyzwania i możliwości zastosowania sztucznej inteligencji w procesie atrybucji dzieła sztuki

Wymienione powyżej ograniczenia tradycyjnych metod badawczych starają się niwelować twórcy algorytmów uczenia maszynowego. Dlatego przyjrzyć się należy proponowanej metodologii badań, oferowanym przez sztuczną inteligencję możliwościom rozwiązania tych problemów, ale i wyzwaniom, jakie się pojawiają w związku z zastosowaniem konwolucyjnych sieci neuronowych. Podstawowym i kluczowym zagadnieniem w uczeniu maszynowym jest zapewnienie sieci odpowiedniej bazy danych, na podstawie której AI może poznać styl danego artysty. Dostarczenie obszernego materiału, tysiący ilustracji, ma zasadnicze znaczenie dla modelu głębokiego uczenia (im więcej danych, tym „inteligentniejszy” staje się system [Traple 2022, s. 19]).

W przypadku dzieł sztuki (w tym wypadku obrazów) pozyskanie miarodajnej ilości danych, wystarczającej do zapewnienia wysokiego poziomu badań, może być jednak trudne. Chociaż muzea coraz chętniej digitalizują w formie baz danych posiadane obiekty, ujmując w nich zarówno oryginały, jak i falsyfikaty – co jest szczególnie przydatne dla AI, gdyż pozwala na dystynkcję stylu artysty od jego naśladowców – to jednak istnieją tu ograniczenia. Po pierwsze, cyfrowe zbiory muzealne organizują głównie największe muzea, takie jak British Museum czy Rijksmuseum; w Polsce jest ich raptem kilka: najlepszymi mogą pochwalić się Muzeum Narodowe w Warszawie oraz Muzeum Narodowe w Krakowie. Po drugie, co zrozumiałe, nie trafiają tam wszystkie obiekty z kolekcji placówki, nierzadko są to tylko te najbardziej znane, najcenniejsze itd. Po trzecie, różna jest też jakość tych reprodukcji, a do badań potrzebne są zdjęcia wysokiej rozdzielczości, uwi-

lem can be the lack of adequate competencies of the person preparing the expert opinion, subjectivity of the methodology applied, or the absence of documentation and documented provenance of the work, which obstructs its traceability. The last problem arises with regard to many works of art, especially Polish ones. The obvious reasons were robberies and war's devastation, border changes, migrations, and impoverishment of the population. Works that survived were often taken out of their original context and changed hands, often in dramatic circumstances.

When it comes to methods in the field of forensic science, other limitations can be the high costs of laboratory tests or the need to take a sample of the material for tests using destructive methods. Obviously, however, there also exist—and are increasingly used by default—non-destructive or micro-destructive methods. Another question is the missed opportunity to carry out tests due to the object's poor conservation status or the illegibility of essential fragments (e.g., signature) resulting from alterations made during past conservation or renovation works.

The challenges to and the potential for use of artificial intelligence in the process of attributing authorship of a work of art

The designers of machine learning algorithms have sought to overcome the above limitations of traditional research methods. Therefore, it is worth taking a look at the proposed research methodology, the opportunities offered by artificial intelligence to solve those problems, and the challenges that will arise from applying convolutional neural networks. The key question in machine learning is to ensure an adequate database for the network so that AI can recognize the style of a given artist. Uploading extensive materials, thousands of illustrations, is of material importance for the deep learning model (the more data, the more “intelligent” the system [Traple 2022, p. 19]).

However, in the context of works of art (including paintings) it may be difficult to obtain a reliable amount of data, sufficient to guarantee a high level of analysis. Although museums are increasingly eager to digitize the objects held in the form of a database, including both originals and forgeries, which is of particular importance to AI, as this allows for distinguishing the artist's style from the style of his or her followers, there are certain qualifications in this regard. First, digital museum collections are organized mainly by the largest museums, such as the British Museum or Rijksmuseum; in Poland there are only few such collections: the best ones can be found in the National Museum in Warsaw and the National Museum in Cracow. Second, quite understandably, not all objects in a given center's collections are included in the database. Oftentimes, this refers only to the most famous, most precious ones, etc. Third, the quality of the reproductions can vary, and the analysis

daczniające szczegóły obrazu. Nie powinny być jednak zbyt duże, aby nie spowalniać procesu uczenia przez konieczność analizy ogromnej ilości danych, ale też nie mogą być zbyt małe, ponieważ podczas analizy poszczególnych fragmentów mogą zostać niezauważone, a przez to pominięte cechy świadczące o ewentualnej nieautentyczności dzieła.

Dane (zdjęcia) pozyskiwane są też z innych źródeł, np. ze stron domów aukcyjnych czy portali zajmującymi się notowaniami na rynku sztuki. Taka praktyka może być jednak zawodna, ponieważ nigdy nie ma pewności, że jest to rzeczywiście wizerunek dzieła będącego przedmiotem badań. Przykładem są albumy i broszury wydawane przez domy aukcyjne na potrzeby przygotowywanych aukcji. Zamieszczone w nich fotografie wystawianych obiektów nie zawsze są ich rzeczywistymi zdjęciami. Często wydawcy, aby zaoszczędzić czas i pieniądze, wykorzystują reprodukcje pochodzące z innych publikacji.

Kolejnym źródłem danych są projekty typu ImageNet, zajmujące się klasyfikacją danych grafik internetowych, czy platformy typu WikiArt. Niektórzy badacze łączą zbiory dostępne online z cyfrowymi zbiorami muzealnymi [Dobbs, Ras 2022, s. 1; Dobbs, Benedict, Ras 2022 s. 873–889].

Dodatkowym wyzwaniem dla zebrania obszernego materiału badawczego jest ograniczona liczba prac dostępnych w źródłach internetowych w przypadku artystów mniej znanych lub działających w krajach, w których proces digitalizacji zbiorów nie został jeszcze w pełni przeprowadzony. Nie mówiąc już o artystach, którzy pozostawili po sobie niewiele dzieł albo niewiele z nich się zachowało lub też znajdują się w kolekcjach prywatnych. Wszystko to ogranicza możliwości badawcze i utrudnia uzyskanie miarodajnych wyników.

Jeszcze innym źródłem danych niezbędnych w procesie głębokiego uczenia mogą być fotograficzne reprodukcje obrazów publikowane w *catalogues raisonnés* lub innych opracowaniach o charakterze zbliżonym do koncepcji *oeuvre*, stanowiących kompendium twórczości artysty. Należy jednak pamiętać o problemach związanych z samą formułą *catalogues raisonnés*. Są one dla historyków sztuki niewątpliwie cennym źródłem, ponieważ wskazują kierunek do dalszych historycznych rekonstrukcji i poszukiwań [The Dictionary of Art 1996, s. 76]. Przygotowane przez ekspertów niezależnych i bezstronnych, znających bardzo dobrze warsztat danego artysty, a jednocześnie mających dostęp do jego archiwum, stanowią rzetelne i precyzyjne kompendium wiedzy. Eksperci zwracają jednak uwagę na zmianę ich odbioru i stopniową degradację ich wartości na rynku sztuki. Opracowanie takiego katalogu jest przedsięwzięciem kosztownym i czasochłonnym, a przez to często nieopłacalnym dla wydawnictw. Nakład bywa ograniczony, podobnie jak liczba nabywców (muzea, biblioteki, marszandzi). Stąd często takie katalogi są wydawane z inicjatywy marszanda, spadkobierców artysty (lub fundacji przez nich założonych) [Findlay 2009, s. 98], a nawet samego artysty. Podmioty

requires high-resolution photos that depict the painting's details. However, the photographs should not be too large, as they could slow the learning process by requiring the analysis of a large amount of data. On the other hand, they should not be too small as certain features pointing to possible inauthenticity of the work can go unnoticed and, consequently, be disregarded during the analysis of particular fragments.

Data (photos) are also obtained from other sources, e.g., auction houses' websites or portals offering art market quotations. However, such practice can be unreliable as it can never be certain if we are actually dealing with an image of the work subject to examination. For example, we can reference art books and brochures published by auction houses for prepared auctions. The photos of the exhibited objects included in such volumes are not always their actual photographs. Frequently, publishers, willing to save time and money, use reproductions taken from other publications.

Another source of data is ImageNet-type projects that classify web graphics, or WikiArt-type platforms. Certain researchers combine online collections with digital museum collections [Dobbs, Ras 2022, p. 1; Dobbs, Benedict, Ras 2022, pp. 873–889].

An additional challenge in collecting extensive research material is the limited availability of works in online sources for lesser-known artists or artists from countries where the process of digitizing collections has not yet been fully implemented. Not to mention artists who did not leave many works, or in whose case, only a few works have survived or are in private collections. All that restricts research opportunities and obstructs the achievement of reliable results.

Yet another source of data necessary in the deep learning process is photographic reproductions of paintings published in *catalogues raisonnés* or other compilations that resemble the concept of *oeuvre*, constituting a compendium of an artist's work. However, one should remember the problems relating to the very formula of *catalogues raisonnés*. For art historians, they are undoubtedly a precious source as they indicate a direction for further historical reconstructions and research [The Dictionary of Art 1996, p. 76]. Prepared by independent and unbiased experts having profound knowledge of a given artist's style and, at the same time, having access to the artist's archives, they offer a reliable and precise compendium of knowledge. However, experts draw attention to a change in their reception and their gradual degradation in value in the art market. Preparation of such a catalogue is a costly and time-consuming undertaking, which often renders it unprofitable for publishing houses. The circulation figure can be limited, and the same holds for the number of buyers (museums, libraries, art dealers). As a result, such catalogues are often published on the initiative of an art dealer, the artist's heirs (or a foundation established by the latter) [Findlay 2009, p. 98], or even of the artist himself or herself. Such

te dysponują wprawdzie największą wiedzą na temat wyliczanych dzieł, są jednak bezpośrednio zainteresowane pozytywnym odbiorem publikacji – marszand może liczyć na podniesienie wartości prac artysty, zaś spadkobiercy i fundacje dążą do ochrony jego dobrego imienia. Może więc dojść do sytuacji, gdy celowo zostanie pominięte „gorsze” dzieło⁶. Decyzja o włączeniu danego obiektu do *oeuvre* lub jego wykluczeniu pociąga za sobą wymierne skutki finansowe. Wobec braku jednolitych standardów dotyczących formuły takich katalogów jedyną realną formą kontroli ich rzetelności pozostaje środowisko naukowe. Czasem powoływane są też komisje weryfikacyjne. Próbą dążenia do standaryzacji w tym zakresie są działania organizacji takich jak Catalogue Raisonné Scholars Association, prowadzących szkolenia i konferencje poświęcone metodologiom opracowywania katalogów i sposobom nadawania atrybucji. Osobnym problemem pozostają zdezaktualizowane wydania⁷, obecność na rynku kilku różnych opracowań na temat tego samego artysty⁸ czy wreszcie kontrowersje dotyczące ich zawartości. Do najlepszych przykładów tych ostatnich należą katalogi Amadeo Modiglianiego [Cain 2016]⁹. Niektóre wydania zawierają zdjęcia niskiej rozdzielczości lub czarno-białe, co utrudnia zebranie materiału badawczego odpowiedniego do opisywanych analiz. Biorąc pod uwagę fakt, że badania te mają charakter ilościowy, można oczekiwać, iż gorsza jakość obrazów będzie wpływać na obniżenie współczynnika prawdopodobieństwa uzyskiwanych wyników. Opieranie się wyłącznie na zdjęciach cyfrowych z baz muzealnych i innych wskazanych źródeł ogranicza możliwości badawcze, a w konsekwencji formułowanie jednoznacznych wniosków. Takie reprodukcje mogą być stosowane jako materiał uzupełniający w analizie porównawczej.

Z podobnymi wyzwaniami mierzą się pismoznawcy, badając sygnatury artystów metodą graficzno-porównawczą. Podstawowym materiałem porównawczym są zdjęcia sygnatur na obrazach wykonane bezpośrednio w muzeach. Dzięki nim ekspert ma możliwość analizy cech motorycznych, tj. tempa kreślenia, impulsu czy usytuowania zerwań linii pisma.

Z pozyskaniem materiału badawczego wiążą się dodatkowo problemy prawne dotyczące korzystania z danych wytworzonych przez podmioty trzecie. Dostęp do tych powstałych w sektorze publicznym reguluje Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1024 z dnia 20 czerwca 2019 r. w sprawie otwartych danych i ponownego wykorzystania informacji sektora publicznego (wersja przekształcona). Nie zawiera ona jednak regulacji dotyczącej wykorzystania tych danych do celów komercyjnych w kontekście omawianych potrzeb. Do tego dochodzi kwestia prawa do digitalizacji utworów oraz stosowania zabezpieczeń uniemożliwiających pobranie plików graficznych. W praktyce bywa to obchodzone, np. przez zrobienie zrzutu ekranu. Reprodukcje dzieł będących w domenie publicznej czy udostępniane na licencjach *creative commons* nie zawsze są powszechnie dostępne i ich użycie do celów omawianych w ni-

parties indeed have the greatest knowledge about the listed works; however, they are directly interested in the positive reception of the publication—an art dealer may hope for an increase in the value of the artist’s works, whereas heirs and foundations strive to protect the artist’s good name. This can lead to a situation in which a “worse” work is deliberately omitted.⁶ The decision about whether to include a given object in the *oeuvre* or exclude it has measurable financial consequences. In the absence of uniform standards governing the formulae of such catalogues, the only real means of assessing their integrity is through the scientific community. Sometimes, verification committees are also appointed. Attempts at standardization in this regard are made by organizations such as the Catalogue Raisonné Scholars Association, which conduct training and conferences on the methodologies for compiling catalogues and attributing authorship. Another problem is outdated editions,⁷ market presence of several different compilations devoted to the same artist,⁸ or, finally, controversies about their contents. As best examples of the last, one can point to the catalogues of Amadeo Modigliani [Cain 2016].⁹ Certain editions contain low-resolution or black-and-white photos, which hinder the collection of research material adequate for the analyses discussed. Given that we are dealing with quantitative research, it can be expected that lower-quality images will reduce the probability of the results obtained. Relying exclusively on digital photographs from museum databases and other indicated sources narrows down research capacities and, in turn, undermines the possibility of formulating clear conclusions. Such reproductions can be used as supplementary material in comparative analysis.

Similar challenges are faced by handwriting experts examining artists’ signatures by the comparative graphical method. In this context, the basic comparative material is photographs of signatures on the paintings taken directly in museums. With the help of such photos, an expert can analyze motor features, i.e., drawing pace, impulse, or the location of breaks in the script line.

Additionally, obtaining the research material involves legal issues related to the use of third-party data. Access to data generated in the public sector is governed by Directive (EU) 2019/1024 of the European Parliament and of the Council of 20 June 2019 on open data and the re-use of public sector information (recast). However, this instrument does not contain provisions on the use of such data for commercial purposes in the context of the discussed needs. There is also a question of the right to digitize works and to apply security measures that prevent image files from being downloaded. In practice, this is circumvented, e.g., by taking a screenshot. Reproductions of works in the public domain or transferred under a Creative Commons license are not always generally available, and their use for the purposes discussed in this study may require consent from the controller of the da-

niejszym opracowaniu może wymagać zgody podmiotu uprawnionego do bazy danych [Traple 2022, s. 21–22]. Z kolei dostęp do danych wytworzonych przez podmioty prawa prywatnego ograniczają przede wszystkim przepisy prawa autorskiego oraz regulacje dotyczące tajemnicy przedsiębiorstwa [Traple 2022, s. 21]. Odpowiedzią na te problemy mają być art. 3 i 4 Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/790 z dnia 17 kwietnia 2019 r. w sprawie prawa autorskiego i praw pokrewnych na jednolitym rynku cyfrowym oraz zmiany dyrektyw 96/9/WE i 2001/29/WE, chociaż w doktrynie zwrócono uwagę, że wyjątki te zostały sformułowane za wąsko w stosunku do potrzeb dynamicznie się rozwijających technologii AI¹⁰. Hamuje to również rozwój ekonomii współdzielenia, której założeniem jest szeroki dostęp do informacji oraz szybkość jej przetwarzania, w tym wymiany i możliwości ponownego wykorzystania [Fischer 2022, s. 94].

Powierzenie badania maszynie może stanowić odpowiedź na problemy związane ze statusem i rolą ekspertów w ustalaniu autentyczności dzieł. W Polsce rynek ekspercki jest szczególnie problematyczny ze względu na brak odpowiednich regulacji, a doktryna od lat bezskutecznie postuluje zmiany¹¹. Analiza dokonywana przez algorytm to metoda nieniszcząca, ponieważ badanie przeprowadzane jest na podstawie zdjęcia. W związku z tym nie ma również potrzeby transportowania ani dodatkowego ubezpieczenia dzieła czy uzyskiwania zezwolenia na wywóz. Potencjalnym nabywcom może to pozwolić na zweryfikowanie obiektu jeszcze przed podjęciem decyzji o zakupie. Jednocześnie jednak należy być świadomym, że badanie może zostać przeprowadzone także przez osoby trzecie, niebędące właścicielami obiektu. Analiza może zatem być wykonana bez zgody, a nawet wiedzy właściciela. Przykładem są badania twórców jednego z przywołanych powyżej algorytmów [Alberge 2021] dotyczące obrazu *Samson i Dalila* pędzla Rubensa znajdującego się w National Gallery w Londynie, od lat budzącego kontrowersje w zakresie atrybucji¹².

Analiza algorytmu jest oparta wyłącznie na zdjęciu obrazu, skupia się więc na samym dziele, w oderwaniu od jego proveniencji czy towarzyszącej mu dokumentacji. Może to stanowić dobre rozwiązanie w sytuacji, gdy obiekt nie ma udokumentowanej historii lub ją utracił. Co więcej, metoda może być przydatna również tam, gdzie zawodzą badania fizykochemiczne, np. przy analizie pigmentów w pracach współczesnych, w których fałszerz posługuje się takimi samymi materiałami jak artysta. Sztuczna inteligencja stanowi narzędzie nieniszczące, pozwalające na pozyskanie dodatkowych informacji na temat dzieła bez konieczności ingerencji w strukturę obrazu czy pobierania próbek materiału.

Być może ten sposób badania dzieł sztuki będzie stanowił kolejny argument, który pozwoli zakończyć trwające latami spory dotyczące atrybucji niektórych dzieł. Szczególnie w przypadku prac warsztatowych (a więc większości dzieł Dawnych Mistrzów), przy których powstaniu zaangażowanych było kilku twórców.

tabase [Traple 2022, pp. 21–22]. On the other hand, access to data generated by private law subjects is limited, in the first place, by copyright law provisions and the legal regime of trade secrecy [Traple 2022, p. 21]. An answer to those problems may be Articles 3 and 4 of the Directive (EU) 2019/790 of the European Parliament and of the Council of 17 April 2019 on copyright and related rights in the Digital Single Market and amending Directives 96/9/EC and 2001/29/EC, although in literature attention has been drawn to the fact that the exceptions were made too narrow in relation to the needs of the dynamically developing AI technologies.¹⁰ Additionally, this restrains development of the sharing economy, based on extensive access to information and high speed of processing, including the exchange of and a possibility to reuse information [Fischer 2022, p. 94].

Entrusting the analysis to a machine can be an answer to problems relating to the status and role of experts in the process of authenticating works. In Poland, the expertise market is particularly problematic given the lack of adequate legal provisions, and academic authors have long postulated changes.¹¹ An algorithmic analysis is a non-destructive method because the test is based on a photograph. As a result, there is also no need to transport or additionally insure the work, or to obtain an export permit. This may allow potential buyers to verify the object before making a purchase decision. At the same time, however, one should be aware of the fact that the test can also be carried out by third parties, who are not the object's owners. In light of the above, an analysis can be performed without the owner's consent or even knowledge. As an example, we can point to the analysis performed by the designers of one of the algorithms cited above [Alberge 2021], having as subject the painting *Samson and Delilah* by Rubens, situated in the London National Gallery, whose attribution has remained controversial for years.¹²

Algorithmic analysis is based solely on the painting's photograph, meaning it focuses on the work itself, independent of its provenance or accompanying documentation. This may be a good solution in a situation when the object has no documented history or lost traceability. Moreover, the method can be useful when physicochemical tests fail, e.g., in the analysis of pigments in contemporary works, where a forger uses the same materials as the artist. Artificial intelligence is a non-destructive tool that allows the acquisition of additional information about the work without interfering with the structure of the painting or taking material samples.

Perhaps this method of examining works of art will provide another argument that allows us to end many years of controversy over the attribution of certain works. Especially in the context of workshop pieces (the majority of works by Old Masters), in whose creation a number of originators were involved. Such research, which still has an experimental nature, is already being conducted. [Ji et al. 2021]. Specification, in percentage

Takie badania, o wciąż eksperymentalnym charakterze, są już prowadzone [Ji et al. 2021]. Procentowe określenie wkładu mistrza może się przełożyć na inne określanie autorstwa dzieł, a w konsekwencji zmianę ich percepcji i nierzadko wartości. Metody te mogą być również wykorzystywane do badania autentyczności dzieł sztuki (szczególnie jeżeli zachodzi podejrzenie sfalszowania dzieła przez jego przerobienie).

Ważną kwestią jest też sama metodologia badań. Punktem wyjścia dla części z nich są koncepcje znane z tradycyjnych badań atrybucyjnych, takie jak metoda Giovanniego Morellego czy „piktologia” Mauricego van Dantziga. Nie weszły one do klasycznego kanonu, ponieważ „każda z tych prób nadania znawstwu kształtu »prawdziwej nauki o sztuce« obarczona była błędem pozytywistycznego przekonania o możliwości zredukowania złożonej wizualnej struktury obrazu do zespołu wybranych morfologicznych cech mających odzwierciedlać indywidualność autora oraz zobiektywizowania oceny jakości dzieła poprzez przyjęcie metod w swej istocie ilościowych. Stąd też i żadna z wysuniętych propozycji »unaukowienia« znawstwa nie okazała się być metodą prowadzącą do jednoznacznych rozstrzygnięć w praktycznym zastosowaniu” [Kozieł 1997, s. 149]. Wszystko to stawia pod znakiem zapytania zasadność tworzenia narzędzi opartych na analogicznych założeniach i podejmowania kolejnych prób podporządkowania analizy dzieła metodologii nauk przyrodniczych, w ramach której wyniki podawane przez maszynę są określone z procentowym prawdopodobieństwem.

W związku z propozycjami wykorzystania konwulcyjnych sieci neuronowych do badań autentyczności dzieł sztuki pojawia się szereg pytań o ewentualną możliwość dopuszczenia tego rodzaju opinii jako dowodu w postępowaniu sądowym. Biegły, sporządzając opinię, powinien opisać metodę, którą stosuje, zwłaszcza jeśli nie jest ona standardowo przyjęta w danej dziedzinie. Niestety, nie zawsze tak się dzieje. Biegli posługują się metodami będącymi ich własną interpretacją standardowych założeń, nie wyjaśniając istoty wprowadzonych zmian ani przyczyn ich zastosowania, przez co ich wyniki nie mogą być obiektywnie zweryfikowane ani nie jest możliwa ocena powtarzalności. W opisywanym przypadku również będzie konieczne wyjaśnienie podstawowych założeń metodologicznych, a ewentualne problemy dotyczące wiarygodności metodyki i zastosowanych systemów czy narzędzi mogą rozwiązać atesty wydawane przez odpowiednie organy. W kontekście kwestionowania dowodu z opinii biegłych przypomnieć należy także o problemie tzw. czarnej skrzynki, czyli nieinterpretowalności procesów decyzyjnych i zmiennych mających zasadnicze znaczenie dla ostatecznego rozstrzygnięcia. Istotne są również zagrożenia związane z możliwością manipulacji algorytmem, np. poprzez zatrucie danych czy uzyskanie pełnej kontroli poprzez wykorzystanie luk w systemie (tzw. tylne drzwi), w których sieć jest uczona, jak rozwiązać dany problem. Dodatkowe wyzwania dotyczą ustalenia autorstwa takiej opinii – szczególnie w sytuacji, gdy system AI nie tylko

terms, of the master’s contribution can translate into a different attribution of the work’s authorship and, in consequence, into a change of the work’s perception and, often, value. Such methods can also be used to authenticate works of art (especially in cases of suspected forgery resulting from alteration).

An important question is also the research methodology as such. A starting point for a part of the tests are conceptions known from traditional attribution research, such as the method of Giovanni Morelli or “pictology” by Maurits van Dantzig. They have not become a part of the classical canon because “each such attempt to assign expertise a status of »true science about the art« was vitiated by an error of positivist conviction about a possibility to reduce a complex visual structure of a painting to a set of selected morphological features supposed to reflect the author’s individuality and to objectify assessment of the work’s quality by adopting genuinely quantitative methods. Therefore, none of the proposals made to ‘scientize’ expertise has proven to be a method allowing one to arrive at clear resolutions in practice” [Kozieł 1997, p. 149]. All this calls into question the legitimacy of designing tools based on analogous assumptions and then attempting to subordinate the analysis of a work to a methodology characteristic of the natural sciences, as part of which the results generated by a machine are given with a percentage probability.

In the context of proposals to use convolutional neural networks to authenticate works of art, a number of questions arise about the admissibility of such expert opinion as evidence in court proceedings. An expert, when preparing an opinion, should specify the method used, especially if the method is not accepted as a standard in his or her discipline. Unfortunately, this is not always the case. Experts use methods based on their own interpretation of the standard assumptions, without explaining the essence of the introduced modifications or the reasons for their introduction, as a result of which their results cannot be objectively verified, and their repeatability cannot be assessed. Also, in the discussed situation, it will be necessary to explain basic methodological assumptions, and the possible problems regarding the credibility of the methods and the systems or tools used can be resolved by certificates issued by competent authorities. As regards the problem of questioning evidence in the form of expert opinions, the so-called black box problem should be noted, as it concerns the uninterpretability of decision-making processes and variables that are key to the final solution. There are also essential threats related to the possibility of manipulating the algorithm, e.g., by data poisoning or by obtaining full control through gaps in the system (so-called backdoor), when the network is trained to solve a given problem. Other challenges relate to the attribution of authorship of such an opinion—especially if an AI system not only carries out the analysis but also generates a written justification—and to who (what?) incurs any liability for the contents of

przeprowadza analizę, lecz także generuje jej pisemne uzasadnienie – a także tego, kto (co?) ponosi ewentualną odpowiedzialność za jej treść¹³. Stąd pytanie o możliwość dopuszczenia tego rodzaju opinii (również prywatnej) jako dowodu w sprawie.

Zakończenie

Badanie autentyczności dzieł z wykorzystaniem konwulucyjnych sieci neuronowych może w pewnym stopniu wpłynąć na rynek obrotu dziełami sztuki oraz rynek ekspercki. Należy jednak pamiętać o ograniczeniach tej metody – jej wciąż wysokich kosztach oraz braku możliwości całkowitego uniezależnienia się od tradycyjnego modelu ekspertyzy. Wybór metody oraz przebieg procedury badawczej muszą być każdorazowo podporządkowane konkretnym pytaniom formułowanym przez historyka sztuki. To eksperci wskazują materiał porównawczy, a także rekomendują pominięcie niektórych dzieł uwzględnianych w publikacjach typu *catalogue raisonné*, jeśli ich atrybucja budzi wątpliwości. W związku z tym, że podstawową właściwością badaną przez AI są pociągnięcia pędzla danego artysty, rozległa i nieudokumentowana konserwacja dzieła może utrudniać odróżnienie przemalowań konserwatora od pierwotnej warstwy malarskiej¹⁴. Co więcej, algorytm nie przedstawia konkretnych argumentów przemawiających za uzyskanym rezultatem, lecz raczej działa na zasadzie analogii do wzorców przyswojonych na etapie uczenia. Wyniki pozostają nieinterpretowalne w zakresie procesów decyzyjnych algorytmu i zmiennych, które doprowadziły do określonego rozstrzygnięcia. Dlatego można mówić o obiektywności tej metody tylko w znaczeniu działania niezależnie od intencji człowieka, nie zaś ogólnej metodyki badania i możliwości jego wytłumaczenia. Sieć porównuje analizowane dzieło całościowo z całym materiałem badawczym, z którym zapoznała się w procesie uczenia. Stąd kategoryczność opinii i przedstawianie wyniku w procentach nie pozostawiają miejsca na polemikę. Z tego względu najbardziej optymalnym rozwiązaniem wydaje się traktowanie sztucznej inteligencji jako narzędzia komplementarnego wobec kompleksowej ekspertyzy dzieła, wspierającego badania kryminalistyczne oraz analizę stylu i proveniencji prowadzoną przez historyka sztuki. Takie interdyscyplinarne podejście do problemu w konserwatywnym świecie sztuki bywa jednak przyjmowane z rezerwą, zwłaszcza w kontekście potencjalnej współpracy, np. z kryminalistykami. Problem należy jednak rozpatrywać także w kontekście przyszłych kolekcjonerów, dla których cyfryzacja życia już teraz stanowi normę. Może się to przełożyć na oczekiwania dotyczące bezpieczeństwa inwestycji oraz pewności nabywanego produktu przez nadanie większego znaczenia badaniom technologicznym. Stąd wielu artystów współczesnych tworzących sztukę cyfrową zabezpiecza swoje prace, np. z wykorzystaniem technologii blockchain.

Co więcej, można się zastanawiać, czy sztuczna inteligencja, jako narzędzie obiektywne w sensie swojej niezależności od bieżącej intencji człowieka, mogłaby

the opinion.¹³ This gives rise to questions about the admissibility of this type of expertise (including privately prepared) as evidence in court proceedings.

Conclusions

The authentication of artworks using convolutional neural networks may, to some extent, influence both the art market and the expert market. However, it is essential to bear in mind the limitations of this method—its still high costs and the impossibility of becoming entirely independent from the traditional model of expert evaluation. The choice of method and the course of the research procedure must always be subordinated to the specific questions formulated by the art historian. It is the experts who indicate the comparative material and may also recommend excluding certain works included in publications, such as a *catalogue raisonné*, if their attribution raises doubts. Since the primary feature examined by AI is an artist's brushstrokes, extensive and undocumented conservation treatment may blur the distinction between a restorer's overpainting and the original paint layer.¹⁴ Moreover, the algorithm does not present specific arguments supporting its result; rather, it operates by analogy to patterns acquired during the training phase. The results remain uninterpretable regarding the algorithm's decision-making processes and the variables that led to a particular conclusion. Therefore, one may speak of the objectivity of this method only in the sense that it operates independently of human intention, not in terms of an overall research methodology or the possibility of explaining the outcome. The network compares the analyzed work as a whole with the entire body of material it encountered during training. Hence, the categorical nature of its judgments and the presentation of results in percentages leave little room for debate. For this reason, the most optimal solution appears to be treating artificial intelligence as a complementary tool within a comprehensive expert examination of an artwork—supporting forensic investigations as well as stylistic and provenance analysis conducted by the art historian. Such an interdisciplinary approach to the problem is sometimes met with reservation in the conservative art world, especially in the context of potential collaborations with forensic specialists. However, the issue should also be considered in light of future collectors, for whom the digitalization of life is already the norm. This may translate into expectations regarding investment security and certainty of the acquired work by assigning greater importance to technological research. For this reason, many contemporary artists working in digital art secure their works, for instance, using blockchain technology.

Moreover, one may consider whether artificial intelligence, as an objective tool in the sense of its independence from a person's immediate intention, could help reconcile divergent positions among researchers

pomóc pogodzić rozbieżne stanowiska badaczy pracujących w zespole nad kompleksową ekspertyzą. Co do zasady każdy z ekspertów opracowuje zagadnienie tylko w aspekcie swojej specjalności, a końcowe wnioski nie powinny być efektem kompromisu, głosowania czy poddania się autorytetowi innego eksperta. Eksperti formułują wnioski komplementarne, a nie konkurencyjne. Dlatego odrzucenie ustaleń jednego z nich skutkuje niepełnością ekspertyzy w danym zakresie. Zdarzają się jednak sytuacje, w których dochodzi do wywierania przez jednego z członków zespołu wpływu na pozostałych poprzez autorytet lub narzucanie przywództwa i prymatu własnej opinii. W takim wypadku AI może wskazywać, w jakim kierunku powinny być prowadzone kolejne analizy.

Chociaż większość opisywanych analiz konwulcyjnych sieci dotyczy obrazów olejnych, pojawiają się też inne, np. odnoszące się do pociągnięć linii na rysunkach [Elgammal, Kang, Den Leeuw 2022]. Grafiki i rysunki to dzieła chętnie nabywane na rynku, stanowiące tańszą alternatywę dla malarstwa. W przypadku prac na papierze, których wartość rynkowa nie jest zbyt wysoka, taka forma nadawania atrybucji może być szczególnie atrakcyjna, ponieważ pozwala na obniżenie kosztów ekspertyzy, które nierzadko mogą przewyższać wartość samego dzieła.

Na koniec warto zauważyć, że sztuczna inteligencja może posłużyć również do udokumentowania obiektów zagrożonych utratą (zniszczeniem lub kradzieżą¹⁵), a także do rekonstrukcji dzieł bezpowrotnie utraconych, np. w wyniku wojen, kataklizmów, aktów wandalizmu lub wzmożonego (a w przypadku wielu miejsc wręcz masowego) ruchu turystycznego. Co prawda, do utrwalania informacji na temat obiektów już teraz wykorzystywane są technologie na co dzień stosowane w geologii, architekturze czy kryminalistyce. Ich główną zaletą jest możliwość bezkontaktowego zapisu struktury stanowiska archeologicznego, zabytków nieruchomych czy ruchomych wytworów sztuki plastycznej. Efektem są dane w postaci cyfrowego zapisu chmury punktów lub siatki trójkątów odpowiadających rzeczywistym kształtom i powierzchni skanowanych obiektów [Krawczyk 2019, s. 58]. Pierwszym krokiem jest digitalizacja, a następnym wydrukowanie ich w drukarce 3D w postaci faksymile. Możliwości sztucznej inteligencji i jej stały rozwój mogą jednak dodatkowo rozszerzyć pole działania. Algorytm, poza analizą stylu artysty, mógłby wzbogacać swoją bazę także o zachowane opisy dzieła utraconego oraz jego kopie czy fotografie [Charney 2018, s. 271] (można się tylko domyślać, jakie wrażenie wywołałoby pojawienie się faksymile *Portretu młodzieńca* Rafaela). Podobne projekty już są realizowane: w projekcie wiedeńskiego Belwedera zastosowano AI do koloryzacji utraconych obrazów Gustava Klimta – *Medycyna*, *Prawo i Filozofia* – które zostały zniszczone podczas pożaru w 1945 r., a ich jedyne zachowane fotografie były czarno-białe. Dzięki uczeniu maszynowemu udało się zachowane odbitki „pokolorować” [Bringing Klimt, b.d.].

Kończąc rozważania, wypada jeszcze raz podkreślić, że przeprowadzane badania z wykorzystaniem konwo-

working as a team on a comprehensive expert report. As a rule, each expert develops the issue only within the scope of their own specialty, and the final conclusions should not be the result of compromise, voting, or deference to the authority of another expert. Experts formulate complementary, rather than competing, conclusions. Therefore, rejecting the findings of one of them renders the report incomplete in that respect. However, situations do arise in which one team member exerts influence over the others through authority, by imposing leadership, or by asserting the primacy of their own opinion. In such cases, AI may indicate the direction for further analyses.

Although most of the described analyses using convolutional neural networks concern oil paintings, other applications are also emerging, for example, those relating to line strokes in drawings [Elgammal, Kang, Den Leeuw 2022]. Prints and drawings are works that are eagerly purchased on the market, constituting a less expensive alternative to painting. In the case of works on paper whose market value is not particularly high, this form of attribution may be especially attractive, as it makes it possible to reduce the cost of an expert assessment, which can often exceed the value of the work itself.

Finally, it is worth noting that artificial intelligence can also be used to document objects at risk of loss (destruction or theft¹⁵), as well as to reconstruct works that have been irretrievably lost, for example, as a result of wars, natural disasters, acts of vandalism, or intensified (and in many places virtually mass) tourism. Admittedly, technologies commonly used in geology, architecture, or forensics are already employed to record information about such objects. Their main advantage lies in the possibility of contactless recording of the structure of archaeological sites, immovable monuments, or movable works of visual art. The result is data in the form of a digital record of a point cloud or a triangular mesh corresponding to the actual shapes and surfaces of the scanned objects [Krawczyk 2019, p. 58]. The first step is digitization, followed by the production of their facsimiles using a 3D printer.

However, the capabilities of artificial intelligence and its ongoing development may further expand this field. Beyond analyzing an artist's style, an algorithm could also enrich its database with surviving descriptions of a lost work, as well as its copies or photographs [Charney 2018, p. 271] (one can only imagine the impression that the reappearance of a facsimile of *Portrait of a Young Man* by Raphael would create). Similar projects are already underway: at Vienna's Belvedere, AI was used to colorize the lost paintings *Medicine*, *Jurisprudence*, and *Philosophy* by Gustav Klimt, which were destroyed in a fire in 1945 and whose only surviving photographs were in black and white. Thanks to machine learning, the preserved prints were successfully “colorized” [Bringing Klimt, n.d.].

In conclusion, it should be emphasized once again that the research conducted with convolutional neu-

lucyjnych sieci neuronowych w zdecydowanej większości koncentrują się na pytaniu, jak AI może pomóc badaczom, a nie jak może ich zastąpić i wykonywać ich pracę lepiej. Analizy oparte na szeroko pojętej sztucznej inteligencji mogą być jedynie jedną z wielu metod wspomagających rozpoznanie obiektu. Niezbędne jest przeprowadzenie analizy indywidualnej struktury danego obiektu przechodzącego zmiany wynikające z procesów starzeniowych czy interwencji konserwatorskich. Brak ich identyfikacji może wpłynąć na zafałszowanie analizy wizerunku obrazu, co stanowi duży problem nie tylko dla AI, ale i dla historyków sztuki działających bez współpracy z konserwatorami. Także badanie historii samego obiektu, nie tylko jego proveniencji, lecz również całego zbioru doświadczeń (uszkodzenia mechaniczne, wpływ warunków atmosferycznych, magazynowanie, eksponowanie, transport i inne), ma ogromne znaczenie w procesie określania autentyczności obiektu. Pominięcie tych wszystkich etapów i skupienie się tylko na jednym badaniu prowadzi do ogromnego uproszczenia i uniemożliwia wysunięcie miarodajnych wniosków. Stąd też należy z całą stanowczością stwierdzić, że analizy wykorzystujące sztuczną inteligencję mogą być traktowane jedynie jako uzupełniające wobec kompleksowej ekspertyzy dzieła sztuki.

ral networks focuses predominantly on how AI can assist researchers, rather than on how it might replace them and perform their work more effectively. Analyses based on a broadly understood concept of artificial intelligence can constitute only one of many methods for identifying an object. It is essential to carry out an individual analysis of the structure of a given object undergoing changes resulting from aging processes or conservation interventions. Failure to identify such factors may lead to a distorted analysis of the painting's image, which poses a significant problem not only for AI but also for art historians working without collaboration with conservators. Examining the history of the object itself—not only its provenance, but also the entire body of its experiences (mechanical damage, the impact of weather conditions, storage, exhibition, transport, and others)—is of great importance in the process of determining the object's authenticity. Omitting all these stages and focusing on only a single examination leads to excessive simplification and makes it impossible to draw reliable conclusions. Therefore, it must be stated unequivocally that analyses employing artificial intelligence should be regarded solely as complementary to a comprehensive expert evaluation of a work of art.

Przypisy

- ¹ Działania badawcze finansowane ze środków przyznanych w ramach Europejskiego Miasta Nauki Katowice 2024.
- ² Więcej na temat definicji, podziału i rodzajów AI: Płocha 2020, s. 273–291.
- ³ Część naukowców twierdzi, że stanie się to możliwe ok. 2075 r., inni – że dużo później; zob. Rajkumar 2024.
- ⁴ Tak było w przypadku uznania przez Abrahama Brediusa *Wieczerzy w Emaus* za zaginione dzieło Jana Vermeera, podczas gdy w rzeczywistości był to pastisz pędzla fałszerza Hana van Meegerena.
- ⁵ Werner Spies, uznany historyk sztuki i znawca twórczości Maxa Ernsta, wydał siedem certyfikatów autentyczności, w jego ocenie, obrazów pędzla niemieckiego ekspresjonisty w zamian za procentowy udział w ich sprzedaży. Faktycznie były to fałszyfikaty Wolfganga Beltracchiego.
- ⁶ W 1998 r. z *oeuvre* Aleksieja Jawlenskiego zostało odrzuconych 600 jego akwareli, uznanych za autentyczne przez Alexej von Jawlensky-Archiv w Locarno; zob. Fechter 1998, s. 560–561; *Das Auge des Richters* 1998.
- ⁷ Przykładem może być Corpus Rubenianum Ludwig Burchard – wieloletni projekt przygotowujący pełne *oeuvre* Rubensa (w 1963 r. ukazał się pierwszy tom, ostatnie zostały opublikowane w 2025 r.). Projekt jest krytykowany za przestarzałe podejście do badań (m.in. brak pogłębionych analiz technologicznych) oraz brak holistycznej weryfikacji – w przeciwieństwie do wzorcowego projektu Rembrandt Research Project. Badacze zauważyli także, że Burchard nieprawidłowo przypisał Rubensowi wiele obrazów, których atrybucja została następnie zakwestionowana przez innych badaczy.
- ⁸ Katalog *oeuvre* Heinricha Campendonka z 1960 r. obejmował 115 prac artysty, natomiast wydanie z 1989 r. już 1215

Footnotes

- ¹ Research activity financed from means granted under the 2024 Katowice – European City of Science program.
- ² For more on the definition, division, and types of AI, see: Płocha 2020, pp. 273–291.
- ³ A part of scientists are of the opinion that this can be possible around 2075, others—that it will happen much later; see Rajkumar 2024.
- ⁴ This was the case when Abraham Bredius recognised *the Emmaus* as the lost work by Johannes Vermeer although, in fact, it was a pastiche painted by forger, Han van Meegeren.
- ⁵ Werner Spies, renowned art historian and expert on the work of Max Ernst, issued seven authenticity certificates for paintings, in his opinion, authored by the German expressionist in exchange for a percentage share in the proceeds from their sale. In fact, they were forgeries by Wolfgang Beltracchi.
- ⁶ In 1998, out of Alexej Jawlensky's *oeuvre*, 600 water colours were discarded which had been recognized as authentic by the Alexej von Jawlensky-Archiv in Locarno; see Fechter 1998, pp. 560–561; *Das Auge des Richters* 1998.
- ⁷ An example is the Corpus Rubenianum Ludwig Burchard – a multi-annual project preparing a full *oeuvre* of Rubens (the first volume was published in 1963, and the last volumes came out in 2025). The project has been criticised for an outdated approach to the research (e.g., a lack of in-depth technological analysis) or for a lack of holistic verification, in contrast to the exemplary Rembrandt Research Project. Scholars have also noted that Burchard erroneously attributed many paintings to Rubens, which other researchers later questioned.
- ⁸ The *oeuvre* catalogue of Heinrich Campendonk of 1960 included 115 works by the artist, and the 1989 edition in-

(część z nich wkrótce potem została uznana za falsyfikaty), zob. Reuter 2023, s. 3.

- ⁹ Badacze wskazują, że najbardziej miarodajnym źródłem do analiz obrazów tego twórcy jest publikacja podsumowująca wieloletni interdyscyplinarny projekt badawczy: *Les secrets de Modigliani. Techniques et pratiques artistiques d'Amadeo Modigliani* (Paryż 2022), przygotowana przez LaM – Lille Métropole Musée d'art moderne d'art contemporain et d'art brut.
- ¹⁰ Projekt ustawy o zmianie ustawy o prawie autorskim i prawach pokrewnych oraz niektórych innych ustaw implementujący postanowienia dyrektywy w chwili przygotowywania opracowania znajduje się na etapie prac w Komisji Prawniczej, zob. Traple 2022, s. 26.
- ¹¹ Zob. Stolarz, *historyk sztuki, pani z warzywniaka – wszyscy mogą robić ekspertyzy dzieł sztuki* [Krzyżanowska 2011]. Mimo, że od ukazania się artykułu minęło prawie 12 lat, niestety, niewiele się w tej kwestii zmieniło.
- ¹² Wśród ekspertów zastrzeżenia budzi kolorystyka dzieła (odbiegająca od standardowej palety Rubensa), jego kompozycja (która różni się od dwóch kopii wykonanych w tym samym czasie co oryginał) czy nieprawidłowe proporcje ukazanych na płótnie postaci.
- ¹³ Więcej na ten temat zob. np. Marcinowski 2021, s. 397–412.
- ¹⁴ Co, na przykład, stanowi jedną z głównych przyczyn sporów na temat autorstwa *Zbawiciela świata*.
- ¹⁵ Narzędziem pomocnym w pracy organów ścigania mają być otwarte aplikacje zawierające bazę danych, których przeszukiwanie odbywa się za pomocą zdjęcia kwestionowanego obiektu wykonanego przez użytkownika. W 2022 r. Interpol wprowadził ID-Art, a w kwietniu 2023 r. FBI stworzyło National Stolen Art File App.

cluded as many as 1215 (a part of which were then considered to be forgeries), see Reuter 2023, p. 3.

- ⁹ Scholars point out that the most reliable source for the analysis of paintings by that author is the publication summarising a multi-annual interdisciplinary research project: *Les secrets de Modigliani. Techniques et pratiques artistiques d'Amadeo Modigliani* (Paris 2022), prepared by LaM – Lille Métropole Musée d'art moderne d'art contemporain et d'art brut.
- ¹⁰ At the time of preparing this study, the draft Act amending the Act on copyright and related rights and certain other acts, implementing the provisions of the Directive, is at the stage of legislative works in the Legal Commission, see Traple 2022, p. 26.
- ¹¹ See Stolarz, *historyk sztuki, pani z warzywniaka – wszyscy mogą robić ekspertyzy dzieł sztuki* [Krzyżanowska 2011]. Although the article was published almost twelve years ago, unfortunately, not much has changed in this matter.
- ¹² Among experts, there are reservations about the work's colours (deviating from Rubens's standard range), its composition (differing from the two copies made at the same time as the original), or incorrect proportions of the figures portrayed on the canvas.
- ¹³ For more on that subject, see, e.g., Marcinowski 2021, pp. 397–412.
- ¹⁴ Which, for example, constitutes one of the main causes of disputes regarding the authorship of *Salvator Mundi*.
- ¹⁵ A tool intended to assist law enforcement agencies is the use of open-access applications containing databases that can be searched using a photograph of the object in question taken by the user. In 2022, Interpol introduced ID-Art, and in April 2023 the Federal Bureau of Investigation created the National Stolen Art File App.

Bibliografia / References

Opracowania / Secondary sources

- Blessing Alexander, Wen Kai, *Using Machine Learning for Identification of Art Paintings*, „Stanford University Technical Report” 2010, <https://cs229.stanford.edu/proj2010/BlessingWen-UsingMachineLearning-ForIdentificationOfArtPaintings.pdf>.
- Charney Noah., *The Museum of Lost Art*, London 2018.
- Chłopecki Aleksander, *Sztuczna inteligencja – szkice prawnicze i futurologiczne*, C.H. Beck, Warszawa 2021, s. 5.
- Dobbs Todd, Benedict Aileen, Ras Zbigniew, *Jumping into the Artistic Deep End: Building the Catalogue Raisonné*, „AI & Society” 2022, nr 37, <https://doi.org/10.1007/s00146-021-01370-2>.
- Dobbs Todd, Nayeem Abdullah-Al-Raihan, Cho Isaac, Ras Zbigniew *Contemporary Art Authentication with Large-Scale Classification*, „Big Data Cogn. Comput” 2023, nr 7, <https://doi.org/10.3390/bdcc7040162>.
- Dobbs Todd, Ras Zbigniew, *On Art Authentication and the Rijksmuseum Challenge: A Residual Neural Network Approach*, „Expert Systems with Applications” 2022, nr 200, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.116933>.
- Elgammal Ahmed, Kang Yan, Den Leeuw Milko, *Automated Analysis of Drawings at the Stroke Level for Attribution and Authentication Using Artificial Intelligence*, [w:] *Analytical Chemistry for the Study of Paintings and the Detection of Forgeries*, red. Maria P. Colombini, Ilaria Degano, Austin Nevin, Cham 2022, https://doi.org/10.1007/978-3-030-86865-9_5.
- Findlay Michael, *Catalogue raisonné*, [w:] *Ekspert kontra dzieło sztuki*, red. Ronald D. Spencer, Warszawa 2009.
- Fischer Bogdan, *Współdzielenie danych jako niezbędny warunek rozwoju sztucznej inteligencji*, [w:] *Prawo sztucznej inteligencji i nowych technologii*, red. Bogdan Fischer, Adam Pązik, Marek Świerczyński, Warszawa 2022.
- Frank Steven J., Frank Andrea M., *Complementing Connoisseurship with Artificial Intelligence*, „Curator: The Museum Journal” 2022, nr 65, <https://doi.org/10.1111/cura.12492>.
- Ji Fang, McMaster Michael, Schwab Stefan et al., *Discerning the Painter's Hand: Machine Learning on Surface Topography*, „Heritage Science” 2021, nr 9, <https://doi.org/10.1186/s40494-021-00618-w>.

- Kozieł Andrzej, *Współczesne znanstwo na drodze do hermeneutyki twórczości*, [w:] *Historia a system*, Materiały seminarium metodologicznego, Stowarzyszenia Historyków Sztuki, Nieborów, 24–26 października 1996, Warszawa 1997.
- Krawczyk Ryszard, *Problemy z jakością rejestrów, czyli o możliwościach techniki 3D w archiwizacji zabytków*, [w:] *Meandry ochrony dziedzictwa kultury. Aspekty prawnokarne i kryminalistyczne*, red. Maciej Trzciński, Marcin Sabaciński, Warszawa 2019.
- Kröner Sabine, Lattner Andreas, *Authentication of Free Hand Drawings by Pattern Recognition Methods*, [w:] *Proceedings. Fourteenth International Conference on Pattern Recognition*, vol. 1, Brisbane 1998, <https://doi.org/10.1109/ICPR.1998.711180>.
- Liang Ming, Hu Xiaolin, *Recurrent Convolutional Neural Network for Object Recognition*, [w:] *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2015, <https://doi.org/10.1109/CVPR.2015.7298958>.
- Marcinowski Maciej, *Czy ekspertyza maszynowa wymaga wiadomości specjalnych?*, [w:] *Wokół kryminalistyki. Nauka i praktyka. Księga pamiątkowa dedykowana Profesorowi Tadeuszowi Widle*, red. Dorota Zienkiewicz, Toruń 2021.
- Płocha Ewa A., *O pojęciu sztucznej inteligencji i możliwościach jej zastosowania w postępowaniu cywilnym*, „Prawo w działaniu” 2020, t. 44, <https://doi.org/10.32041/pwd.4414>.
- Rajkumar Radhika, *What is AI? Everything to Know about Artificial Intelligence*, ZDNET, 5 czerwca 2024, <https://www.zdnet.com/article/what-is-ai-heres-everything-you-need-to-know-about-artificial-intelligence/> (dostęp: 2.05.2023).
- Reuter Wolfgang, *Original or Pupil? Possible Applications of Artificial Intelligence in Attribution Issues Using the Example of the Rembrandt Research Project*, „Kunstgeschichte. Open Peer Reviewed Journal” 2023, <https://www.kunstgeschichte-ejournal.net/601/>.
- Shamir Lior, *What Makes a Pollock Pollock: A Machine Vision Approach*, „International Journal of Arts and Technology” 2015, nr 8, <https://doi.org/10.1504/IJART.2015.067389>.
- Shamir Lior, Macura Tomasz, Orlov Nikita et al., *Impressionism, Expressionism, Surrealism: Automated Recognition of Painters and Schools of Art*, „Transactions on Applied Perception” 2010, vol. 2, <https://doi.org/10.1145/1670671.1670672>.
- Siemionkiewicz Marek, *Problematyka prowadzenia dochodzeń w sprawach związanych z przestępczością przeciwko dziedzictwu*, [w:] *Przestępczość przeciwko dziedzictwu kulturowemu. Diagnoza, zapobieganie, zwalczanie*, red. Maciej Trzciński, Olgierd Jakubowski, Wrocław 2016.
- Szostek Dariusz, *IBAC (IoT, Blockchain, AI i Cyberbezpieczeństwo) – samoregulacja kodów czy kontrola uprzednia?*, [w:] *Sztuczna inteligencja, Blockchain, cyberbezpieczeństwo oraz dane osobowe. Zagadnienia wybrane*, red. Kinga Flaga-Gieruszyńska, Jacek Gołaczyński, Dariusz Szostek, Warszawa 2019.
- Szostek Dariusz, *Tę nie takie proste. System odpowiedzialności za algorytmy, w tym AI, z perspektywy prawa unijnego*, [w:] *Prawo sztucznej inteligencji i nowych technologii*, t. 2, red. nauk. Bogdan Fischer, Adam Pązik, Marek Świerczyński, Warszawa 2022.
- Traple Elżbieta, *Granice eksploracji tekstów i danych na potrzeby maszynowego uczenia się przez systemy sztucznej inteligencji*, [w:] *Prawo sztucznej inteligencji i nowych technologii*, t. 2, red. nauk. Bogdan Fischer, Adam Pązik, Marek Świerczyński, Warszawa 2022.
- The Dictionary of Art*, t. 6, red. Jane Turner, New York 1996.

Akty prawne / Legal acts

- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/790 z 17 kwietnia 2019 r. w sprawie prawa autorskiego i praw pokrewnych na jednolitym rynku cyfrowym oraz zmiany dyrektyw 96/9/WE i 2001/29/WE, Dz. U. UE L 130/92.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1024 z 20 czerwca 2019 r. w sprawie otwartych danych i ponownego wykorzystania informacji sektora publicznego, Dz. U. UE L 172/56.

Publikacje prasowe / Press publications

- Fechter Isabel, *Der Jawlensky-Skandal, Rückblicke*, „Weltkunst”, 15 marca 1998.
- Krzyżanowska Anna, *Stolarz, historyk sztuki, pani z warszawiaka – wszyscy mogą robić ekspertyzy dzieł sztuki*, „Dziennik Gazeta Prawna”, 30 września 2011

Źródła elektroniczne / Electronics sources

- Alberge Dalya, *Was Famed Samson and Delilah Really Painted by Rubens? No, Says AI*, The Guardian, 26 września 2021, <https://www.theguardian.com/artanddesign/2021/sep/26/was-famed-samson-and-delilah-really-painted-by-rubens-no-says-ai> (dostęp: 2.05.2023).
- Bringing Klimt Back to Life with Machine Learning, Google Arts & Culture, [b.d.], <https://artsandculture.google.com/story/bringing-klimt-back-to-life-with-machine-learning/bgXxLsdwpiFriQ> (dostęp: 2.05.2023).
- Cain Abigail, *The Controversy around Modigliani's Many Catalogues Raisonnés, Explained*, 29 lipca 2016, <https://www.artsy.net/article/artsy-editorial-the-controversy-around-modigliani-s-many-catalogues-raisonnes-explained> (dostęp: 2.05.2023).
- Das Auge des Richters war blind*, Die Welt, 4 lutego 1998, <https://www.welt.de/print-welt/article599017/Das-Auge-des-Richters-war-blind.html> (dostęp: 7.02.2023).
- Exhibition: „Alex Israel. Fins”, May 12–September 9, 2023, Gagosian, Rome, <https://gagosian.com/exhibitions/2023/alex-israel-fins/> (dostęp: 2.05.2023).

Streszczenie

Przedmiotem niniejszego opracowania jest analiza możliwości wykorzystania jednego z rodzajów sztucznej inteligencji w procesie badania autentyczności obrazów. Omówiono pokrótce, czym są AI oraz konwolucyjne sieci neuronowe. Następnie przedstawiono ograniczenia i problemy właściwe tradycyjnym metodom weryfikacji autentyczności dzieł malarskich, a w dalszej części omówiono możliwości przezwyciężenia tych trudności przy użyciu sztucznej inteligencji oraz wyzwania, jakie pojawiają się w związku z zastosowaniem konwolucyjnych sieci neuronowych w badaniach atrybucyjnych.

Abstract

This study focuses on analyzing the potential of using a specific type of artificial intelligence to verify the authenticity of paintings. The paper briefly discusses AI and convolutional neural networks. It then outlines the limitations and issues of traditional methods for authenticating artworks, followed by a look at how artificial intelligence could help overcome these challenges and the obstacles faced when applying convolutional neural networks in attribution studies.