



in

inAW Journal
Multidisciplinary Academic Magazine

PAULINA TARARA

SZTUKA TWORZĄCA SZTUKĘ

Kreatywne maszyny?

ABSTRAKT

W pierwszej części artykułu przedstawię definicję oraz początki sztuki generatywnej (*generative art*) na przykładzie AARONA Harolda Cohena i Malującego Błazna Simona Coltona. W drugiej części opiszę współczesne dążenia w sztuce generatywnej na przykładzie maszyny imitującej Rembrandta oraz sieci przeciwstawnej Elgamalla.

SŁOWA KLUCZE

Berlyne Daniel Ellis ; Cohen Harold ; Colton Simon ; Elgammal Ahmed ; algorytm ; CAN (Creative Adversarial Networks) ; CCN (Convolutional Neural Networks) ; dyskryminator ; GAN (Generative Adversarial Networks) ; generator ; metaalgorytm ; podejście globalne ; podejście lokalne ; system zwrotny ; sztuka generatywna ; widzenie maszynowe ; AARON ; Malujący Błazen ; The Next Rembrandt

Utwór udostępniany na licencji [Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Międzynarodowe](#).

Wydawca: Akademia Sztuk Pięknych im. Jana Matejki w Krakowie, Wydział Architektury Wnętrz

Redakcja: prof. dr hab. Beata Gibała-Kapecka, mgr Marika Wato

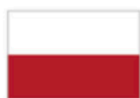
Opracowanie graficzne: [Marika Wato](#)

Fotografia na stronie tytułowej: [Kamaji Ogino](#) / [Pexels](#)

Czasopismo "inAW Journal" powstało dzięki dofinansowaniu w ramach Projektu "Projektowanie Przyszłości - Program Rozwoju Akademii im. Jana Matejki w Krakowie na lata 2018 - 2022"



Fundusze Europejskie
Wiedza Edukacja Rozwój



**Rzeczpospolita
Polska**

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny



mgr inż. Paulina Tarara

Akademia Sztuk Pięknych im. Jana Matejki w Krakowie

Sztuka tworząca sztukę

Kreatywne maszyny?

Wprowadzenie	2
Sztuka generatywna	3
Sztuka generatywna słaba	4
Sztuka generatywna mocna	10
CAN contra Art Basel	12
Zakończenie	18

Wprowadzenie

Sztuka towarzyszy ludziom od zarania dziejów. Tworzenie jest wpisane nieodłącznie w rozwój naszego gatunku. Bez tworzenia nie istniałyby ani sztuka, ani wynalazki. Kreatywność powoduje przesuwanie granic, zdobywanie nowych obszarów wiedzy i wykorzystywanie ich w praktyce, w życiu codziennym. Początki były niewinne, jednak z czasem proste kamienne narzędzia przekształciły się w dzisiejsze superkomputery. W tym artykule chcę zarysować nowe perspektywy, które otwierają się przed nami jako twórcami: tworzenie obiektów zdolnych do tworzenia. Na przykładzie AARONA Harolda Cohena i Malującego Błazna Simona Coltona przybliżę pierwsze kroki czynione w kierunku powstania i rozwoju „kreatywnych” maszyn. W dalszej części, opisując GAN i projekt The Next Rembrandt, zwrócę uwagę na nowe tendencje w wykorzystaniu algorytmów inspirowanych biologią (ewolucja, sieci neuronowe, systemy przeciwstawne) w tworzeniu sztuki tworzącej sztukę. Artykuł przedstawia te zagadnienia z uwzględnieniem różnego rodzaju algorytmów stosowanych jako źródło „kreatywności” maszyn.

Sztuka generatywna

Za moment początkowy warto przyjąć Sztuka generatywna to sztuka, która odnosi się do praktyki artystycznej wykorzystującej system (zestaw reguł). Mogą nimi być język naturalny, program komputerowy, maszyna albo inny wynalazek wykorzystujący procedury. „System ten posiada także pewien stopień autonomii w kontrybucji lub podaniu końcowego rezultatu tworzenia sztuki”¹. Ważnym elementem sztuki generatywnej jest przypadkowość, w której wyraża się autonomia jej procesu. Może być ona różnie zdefiniowana: oparta na prawdopodobieństwie (np. na generatorze liczb losowych ze stałym lub zmiennym prawdopodobieństwem) lub układzie chaotycznym (który może sprawiać wrażenie zupełnie nieprzewidywalnego, jednakże występują przesłanki na istnienie krótkoterminowych związków przyczynowo-skutkowych, jak to dzieje się w prognozowaniu pogody z dnia na dzień).

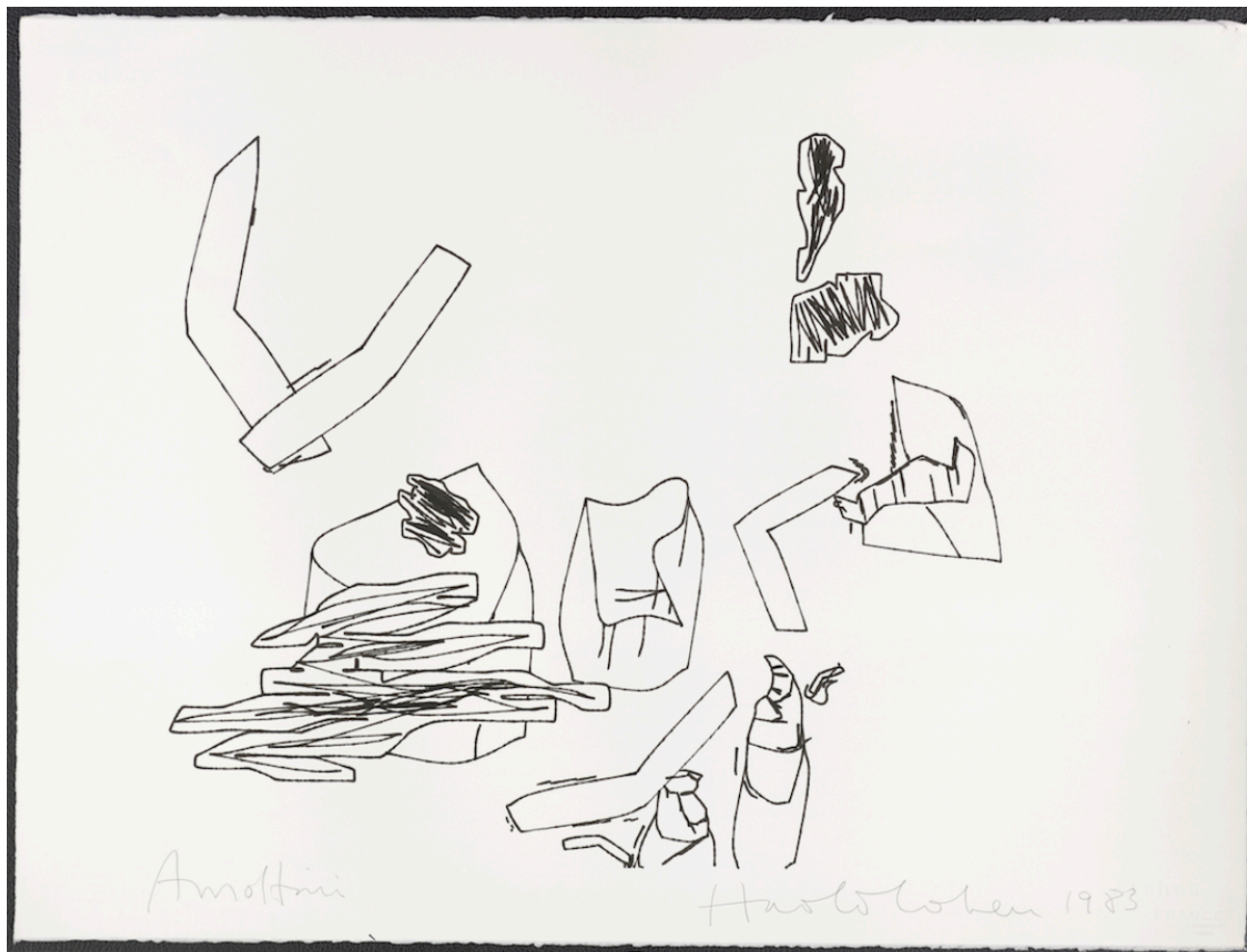
Sztukę generatywną można rozpatrywać jako słabą lub mocną². Do pierwszej kategorii należą te realizacje, w których to artysta wiezie prym, a rola systemu jest ograniczona do narzędzia, które nawet gdy posiada dużą swobodę i inspiruje czy wspomaga realizację, to końcowy rezultat w głównej mierze zależy od człowieka i jego decyzji. W drugiej kategorii to system ma dużą autonomię, a ingerencja człowieka kończy się na napisaniu kodu, stworzeniu urządzenia, z którego rodzi się sztuka.

Taka definicja sztuki generatywnej jest niezależna od tego, czy została wyprodukowana z użyciem wysoko rozwiniętej technologii, czy nie. W tym artykule chcę skupić się jednak na praktyce wykorzystującej komputer jako środowisko dla kreatywnych algorytmów. Sztuczną inteligencję, której przykłady będę przytaczać w tekście, rozumiem jako programy, których dane wyjściowe nie są wynikiem przekształceń numerycznych algorytmów, a nieustannej korekcji algorytmów pod wpływem informacji zwrotnej (systemu zwrotnego). W przypadku AARONa i Malującego Błazna to twórcy programu postawieni są w roli czynnego systemu zwrotnego korygującego algorytm. W pozostałych przytoczonych przeze mnie przypadkach systemem informacji zwrotnej są inne algorytmy.

¹ Definicję podaje za: P. Galanter, *What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory*, s. 4, http://www.philipgalanter.com/downloads/ga2003_paper.pdf [dostęp: 25.07.2020].

² *Ten Questions Concerning Generative Computer Art*, ed. McCormack J. et al., 2012, s. 2, <http://jonmccormack.info/wp-content/uploads/2012/10/TenQuestionsV3.pdf> [dostęp: 25.07.2020].

Harold Cohen, rysunek ploterem, tusz na papierze, 57 cm × 76 cm, 1983.



Źródło: <https://www.nytimes.com/2016/05/07/arts/design/harold-cohen-a-pioneer-of-computer-generated-art-dies-at-87.html> [dostęp: 28.07.2020].

Sztuka generatywna słaba

AARON

Harold Cohen był pierwszym artystą, który stworzył sztuczną inteligencję służącą do rysowania o nazwie AARON. Twórczość AARONA ewoluowała przez lata: od abstrakcyjnych obrazów

inspirowanych petroglifami natywnych Amerykanów i wczesnymi dziecięcymi rysunkami po przedstawienia figuratywne. Początkowo czarno-białe rysunki przeobraziły się w kolorowe obrazy. Kod kryjący się za AARONEM został stworzony przez Harolda Cohena specjalnie na potrzeby tego projektu (Dziś mamy możliwość wykorzystania oprogramowania *open source*, zaimplementowania go do powstających projektów i aktywnego ich modyfikowania). Program rozwijany był przez całe życie artysty przez ponad 40 lat, począwszy od 1972 roku, gdy maszyna oraz jej sztuka zostały zaprezentowane na wystawie w Los Angeles County Museum of Art.

Dane (obraz) wprowadzane do komputera, które są poddawane obróbce i zwracane jako wynik, były niewystarczające. Brakowało w nich systemu zwrotnego, któremu mógłby zostać poddany wynik, tak jak odbywa się to podczas procesu tworzenia przez ludzi. Cohen rozumiał sztukę jako sumę procesów decyzyjnych podlegających ocenie i modyfikacji³. Próbował zrozumieć, jaki zestaw znaków uważany jest za skończony obraz. W tę wiedzę wyposażył swoją maszynę. Była ona odzwierciedleniem tego, jak Cohen rozumiał sztukę i proces tworzenia.

Kod AARONA jest kodem typu globalnego⁴. Oznacza to, że dany jest zestaw instrukcji oparty na funkcji „jeżeli..., to...”. Algorytm nie uczy się sam. Jest ograniczony dokładnością swego stwórcy – tym, ile sytuacji potrafi przewidzieć programista implementujący krok po kroku instrukcje, według których algorytm żyje. Każdy obraz stworzony przez AARONA był inny i nie opierał się na istniejących już zasobach. Program bazował jedynie na zestawie reguł, w które zaopatrzył go Cohen. Aby proces tworzenia obrazów był w pewnym stopniu autonomiczny i obrazy nie powtarzały się, autor wykorzystał generator liczb losowych⁵. Początkowo program składał się jedynie z podstawowych reguł dotyczących rodzajów linii i kształtów, ich sąsiedztwa, przenikania się, kompozycji. Przez lata Cohen stopniowo uzupełniał je o przedmioty codziennego użytku, formy biologiczne: ludzi, zwierzęta, rośliny. Do końca swojego życia modyfikował program i był jego jedynym „trenerem” i systemem zwrotnym.

Gdy na przykład AARON miał namalować człowieka, zaczynał od punktów na płaskiej przestrzeni, następnie każdy punkt łączył ze sobą zgodnie z zapisanymi regułami, na przykład ręka

³ G.D. Taylor, *When the Machine Made Art. The Troubled History of Computer Art* (published online: Bloomsbery, 2014), s. 128.

⁴ M. du Sautoy, *Kod kreatywności. Sztuka i innowacje w epoce sztucznej inteligencji*, tłum. T. Chawziuk, Kraków 2020, s. 130.

⁵ M. du Sautoy, *Kod kreatywności. Sztuka i innowacje w epoce sztucznej inteligencji, Kod kreatywności. Sztuka i innowacje w epoce sztucznej inteligencji*, tłum. T. Chawziuk, Kraków 2020, s. 130.



Źródło: <https://dam-gallery.de/haroldcohen-preview/?lang=en> [dostęp: 28.07.2020].

jest połączona z tułowiem, dwie ręce mogą się zasłaniać ze względu na perspektywę, ale nigdy nie mogą się łączyć, ponieważ w trójwymiarowej przestrzeni są na różnych planach itd.⁶

Cohen postrzegał sztukę jako serię działań, po których każdorazowo następuje krytyczna analiza, i na jej podstawie podejmowana jest decyzja dotycząca następnych kroków działania. Taki system jest też używany w uczeniu maszynowym. W widzeniu maszynowym, gdy na przykład uczymy sztuczną inteligencję rozpoznawać na obrazach psy, maszyna podejmuje decyzję: „to jest pies”, którą następnie porównuje z wcześniejszymi wynikami uzyskanymi w trakcie treningu. Po tej czynności może się okazać, że na obrazku jednak nie ma psa, i następuje wprowadzenie poprawki do wyniku. To właśnie jest system zwrotny. Dzięki niemu można wprowadzać poprawki, udoskonalać przedmiot działania i generować lepsze wyniki. W przypadku AARONA to Cohen akceptował lub odrzucał

⁶ H. Cohen, *The Further Exploits of AARON, Painter*, 1994, s. 6, <https://pdfs.semanticscholar.org/171f/19892e6c50293390791d377f0750e41df21f.pdf> [dostęp: 28.07.2020].

obrazy wyprodukowane przez maszynę. Pełnił rolę metaalgorytmu, który w tworzonych obecnie sztucznych inteligencjach sam modyfikuje podlegające mu algorytmy podczas treningu i uczenia się.

Patrząc z punktu widzenia autonomii programu, AARON nigdy nie był w pełni niezależny od swojego twórcy (sztuka generatywna słaba). Sam Cohen nie uważał AARONA za maszynę całkowicie autonomiczną:

Przez lata Cohen nazywał „wzajemną” relację ze swoją „drugą połową”, on i AARON stworzyli zarówno realistyczne, jak i abstrakcyjne obrazy⁷.

Stworzył maszynę, z którą współżył w symbiozie twórczej. Początkowo malował linearne rysunki AARONA, z czasem dając maszynie więcej przestrzeni na samodzielne działanie. W efekcie był to ciągły cykl twórczy, w którym maszyna inspirowała Cohena, a inspiracje te przekładały się na system informacji zwrotnej maszyny, którym był sam artysta, co miało wpływ na dalszą sztukę AARONA. Uważam przykład AARONA za ważny, ponieważ twórca do końca życia poprawiał algorytm, przez co program cały czas ewoluował, uzyskując bardzo ciekawe i ważne efekty, otwierając tym samym dyskusję o możliwościach stworzenia kreatywnej maszyny.

Malujący Błazen

Malujący Błazen należy do oprogramowania typu Computational Creative⁸. Oznacza to, że program posiada pewien stopień autonomii i w jej ramach podejmuje decyzje w toku działania. Projekt został zapoczątkowany przez Simona Coltona w 2001 roku, a następnie rozwijany w Computational Creativity Research Group w Goldsmiths College w Londynie. W 2006 roku Simon Colton po raz pierwszy nadał swojemu programowi nazwę Malujący Błazen. Autor projektu chce, aby program dzięki szkoleniu i udoskonalaniu (także poprzez poznawanie ludzkiej kreatywności) wykraczał poza istniejące dzisiaj projekty sztuki generatywnej: przejawiał zdolność samokrytyki oraz potrafił

⁷ Tłumaczenie własne: „Over the years of what Cohen called a “mutual” relationship with his “other half,” he and Aaron created both realist and abstract paintings” – E. Callen, *The True Potential of Computational Creativity: Technology and Humanity*, <https://www.30secondstofly.com/ai-software/harold-cohen-and-computational-creativity/> [dostęp: 28.07.2020].

⁸ S. Colton, *The Painting Fool: Stories from Building an Automated Painter*, w: J. McCormack, M. d’Inverno, *Computers and Creativity*, Berlin 2012, s. 28.



Źródło: <http://www.thepaintingfool.com> [dostęp: 29.07.2020].

umieścić się w szerszym kulturalnym kontekście. Jego celem nie jest być narzędziem artysty, które pomaga tworzyć, ale pewnego dnia stać się w pełni autonomicznym artystą malarzem⁹.

W przeciwieństwie do AARONA, w przypadku którego tylko jedna osoba – twórca algorytmu – był systemem zwrotnym oraz jego jedynym trenerem, autorzy Malującego Błazna zdecydowali się współpracować z artystami, którzy stali się nauczycielami. Zaangażowano także społeczność facebookową do oceny prezentowanych przez maszynę prac. Analizowane są zarówno obrazy

⁹ S. Colton, *The Painting Fool: Stories from Building an Automated Painter*, w: J. McCormack, M. d'Inverno, *Computers and Creativity*, Berlin 2012, s. 31.

ocenione pozytywnie, jak i negatywnie, aby w przyszłości Malujący Błazen potrafił sam podejmować krytyczne decyzje co do swoich dzieł.

Za jeden z ważnych aspektów bycia artystą malarzem Colton uważa świadomy wybór stylu malarskiego. Aby to zasymulować, autor, obierając za punkt wyjścia portrety, postanowił przyporządkować poszczególnym uczuciom odzwierciedlającym się na twarzy odpowiednie style malarskie w celu podkreślenia emocji osoby portretowanej. Jako źródło Colton wybrał klatki z filmu pt. *Fabuleux Destin d'Amélie Poulain* przedstawiające główną aktorkę w różnych stanach emocjonalnych. Metodą prób i błędów, ręcznie przypisując poszczególnym emocjom style malarskie, stworzył satysfakcjonujące go portrety. W ten sposób powstała baza około 100 stylów malarskich przypisanych poszczególnym emocjom. Część z nich Malujący Błazen generował przypadkowo, jednakże wszystkie były oceniane przez autora, który działał jako system zwrotny¹⁰.

Aby stworzyć wrażenie życia wewnętrznego, jakim dysponuje każdy człowiek i z którego artyści czerpią natchnienie, twórca algorytmu postanowił uzależnić nastrój emocjonalny Malującego Błazna od artykułów ukazujących się danego dnia w „The Guardian”. Eksperyment ten odbył się podczas pierwszej edycji Festival of Computational Creativity w Paryżu w lipcu 2013 roku. Program skanował wydanie gazety w poszukiwaniu kluczowych fraz, które następnie wpływały na stan emocjonalny Malującego Błazna w konkretnym dniu. Jest to mocniej osadzone w realiach otaczającego nas świata niż generator liczb losowych i nadal odznacza się elementem nieprzewidywalności. Gdy artykuły, które przeczytał algorytm, są bardzo negatywne, program jest w stanie nawet odmówić malowania, podając za przyczynę najbardziej negatywną frazę z najbardziej smutnego artykułu. W przypadku gdy artykuły są pozytywne, Malujący Błazen wybiera spośród dziewięciu ustalonych wcześniej przyjemnych słów, takich jak: „kolorowy”, „szczęśliwy” itd., i maluje portret w określonym wcześniej stylu kojarzącym się z przyjemnym nastrojem¹¹.

Malujący Błazen, tak jak i AARON, należą do algorytmów globalnych i są przykładami sztuki generatywnej słabej. Bez twórców, którzy odpowiadają za krytyczną analizę i reagują, zmieniając jej kod, maszyna nie mogłaby się uczyć, dostosowywać do stawianych przed nią problemów oraz udoskonalać swojej twórczości. Kreatywność maszyn opiera się na kreatywności twórcy.

¹⁰ Efekty projektu można oglądać na stronie: http://www.thepaintingfool.com/galleries/amelies_progress/index.html.

¹¹ S. Colton, *You Can't Know my Mind: A Festival of Computational Creativity*, http://www.thepaintingfool.com/galleries/you_cant_know_my_mind/ICCC_YCKMM.pdf [dostęp: 29.07.2020].

Sztuka generatywna mocna

W poprzednich przykładach człowiek nie tylko był twórcą algorytmu, osobą wciskającą przycisk „start”, ale także uczestniczył czynnie w procesie decyzyjnym jako system zwrotny. Udoskonaliał algorytm, po prostu zmieniając kod lub dopisując jego linijki, starając się przewidzieć wszystkie możliwe sytuacje, z którymi maszyna będzie musiała się zmierzyć. Jego rola była nieodzowna w procesie działania algorytmu. Autor mógł prześledzić napisany kod, dokładnie wiedział, jakie jego części za co są odpowiedzialne. To całościowe podejście nazywane jest globalnym. Obecnie sam kod nie mówi nam wszystkiego na temat działania sztucznej inteligencji. Uczenie maszynowe polega na nieustannej korekcie algorytmów pod wpływem informacji zwrotnej do momentu osiągnięcia satysfakcjonujących wyników. Systemem zwrotnym nie jest w tym przypadku człowiek – twórca algorytmu, a kolejny algorytm. Taką autoanalizę wyników nazywamy podejściem lokalnym. Drzewo decyzyjne, które do pewnego stopnia możliwe jest do prześledzenia, nie zawsze daje jasne przesłanki co do drogi, którą wybrał algorytm, aby osiągnąć wyznaczony cel. Na przykład w widzeniu maszynowym (gdy chcemy nauczyć program rozpoznawania psów) algorytm zadaje obrazowi mnóstwo pytań, na przykład czy zwierzę na obrazku ma cztery nogi. Pytania te ewoluują jednak, w miarę jak algorytm się uczy, i nie możemy wiedzieć, jakiego zestawu pytań używa, aby osiągnąć swój cel. Tym bardziej że algorytm, ucząc się, zadaje tych pytań coraz mniej, ponieważ korzysta z nabytego już doświadczenia i uczy się na błędach.

Sposób, w jaki maszyny podejmują decyzję, możemy zaobserwować na stronie <https://quickdraw.withgoogle.com>. Jest to prosta gra w kalambury, w której my rysujemy, a sztuczna inteligencja zgaduje, co narysowaliśmy. Na początku rozgrywki dostajemy temat rysunku. Ja miałam za zadanie narysować skorpiona.

Niestety, mój skorpion nie był idealny i algorytm nie odgadł, co to za zwierzę. Po zakończeniu rozgrywki można poprosić program o wyjaśnienie jego toku myślenia. Najbliższym skojarzeniem był w tym wypadku koń. Drugim i trzecim odpowiednio były: flaming i, co zaskakujące, kolana. Jak widać, skojarzenia algorytmu i skojarzenia ludzi nie do końca się pokrywają.

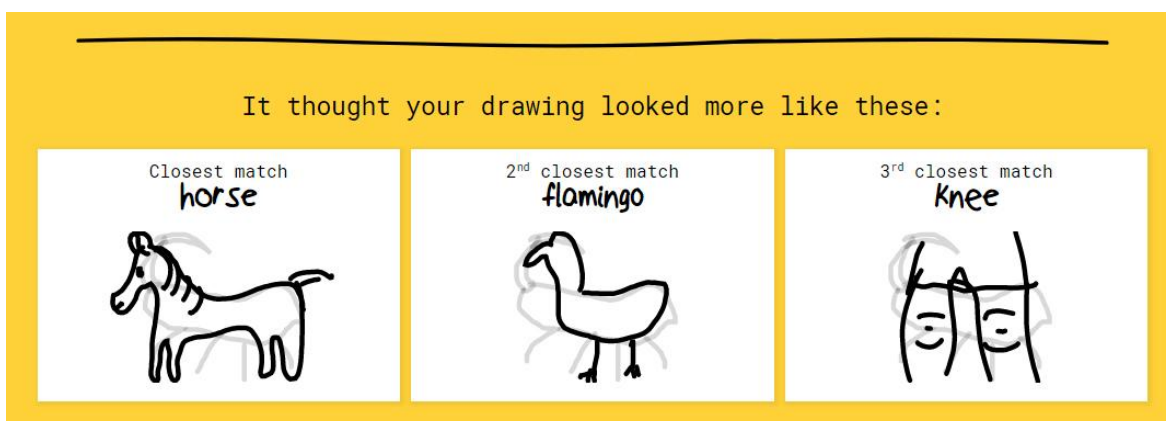
Mój skorpion wyglądał tak:

TOM 1, NR 1 (2020)

Jak autorka artykułu widzi skorpiona

Źródło: <https://quickdraw.withgoogle.com> [dostęp: 30.07.2020].

Jak sztuczna inteligencja Google'a widzi rysunek autorki

Źródło: <https://quickdraw.withgoogle.com> [dostęp: 30.07.2020].

Obecnie powstaje coraz więcej inicjatyw związanych ze sztuczną inteligencją w świecie sztuki. W dalszej części przedstawię dwa przykłady projektów, w których twórcy działalność artystyczną swoich algorytmów oparli na uczeniu maszynowym. Są to przykłady sztuki generatywnej mocnej.

CAN contra Art Basel¹²

W tym projekcie autorzy oparli się na teorii mówiącej, że sztuka nie powstaje z niczego, jest wynikiem ciągłej ekspozycji artysty na przeszłe oraz obecne pokolenia twórców i ich dzieł. Dodatkowo nowo tworzona sztuka nie może być identyczna bądź bardzo podobna do już istniejącej (zarzutem jest brak kreatywności), ani też nazbyt różniąca się od obecnych standardów (jest odrzucana przez szerszą publiczność i traktowana jako dziwna). Idealna sztuczna inteligencja tworząca sztukę ma za zadanie odnaleźć balans pomiędzy starym a nowym, jej wytwory muszą mieścić się w granicach tego, co obecnie akceptowane jest jako przejawy sztuki. Według D.E. Berlyne'a:

najważniejszymi właściwościami estetycznymi są nowość, zaskoczenie, złożoność, wieloznaczność i zmuszanie do zadawania pytań. Sztuka polega na osiągnięciu nowości i zaskoczenia bez odstawiania tak bardzo od tego, czego można się spodziewać – że pobudzenie zamieni się w odrazę, gdyż rezultat wydaje się dziwaczny¹³.

Aby to osiągnąć, program Ahmeda Elgamala i jego zespołu za punkt wyjścia obiera ustalone i akceptowane powszechnie istniejące normy i style, próbując na ich podstawie poszerzyć istniejące granice i szukając nowych sposobów ekspresji, uzyskując w ten sposób coś zaskakującego i (niezbyt) nowego. Sieć, którą stworzyli, mimo iż opiera się na istniejących prądach, tworzy sztukę nienależącą do nich, próbującą balansować na ich krawędziach.

¹² Na podstawie: A. Elgammal et al., *CAN: Creative Adversarial Networks Generating "Art" by Learning About Styles and Deviating from Style Norms*, czerwiec 2017, <https://arxiv.org/pdf/1706.07068.pdf> [dostęp: 30.07.2020].

¹³ M. du Sautoy, *Kod kreatywności. Sztuka i innowacje w epoce sztucznej inteligencji*, tłum. T. Chawziuk, Kraków 2020, s. 153.

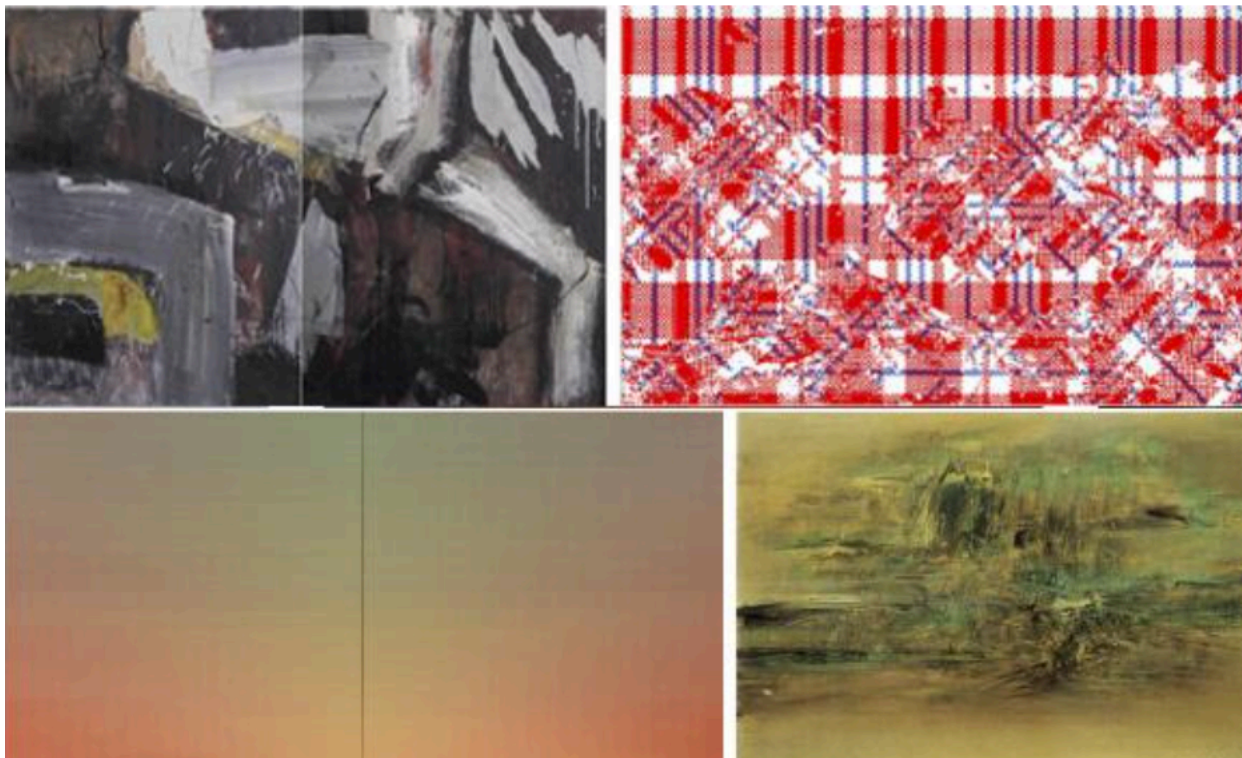
Z technicznego punktu widzenia, aby sprostać temu zadaniu, Ahmed Elgammal posłużył się kreatywnymi sieciami przeciwstawnymi CAN (Creative Adversarial Networks). Jest to wariacja na temat sieci GAN (Generative Adversarial Networks), które były podstawą do stworzenia przez Elgamala CAN. W jednym i drugim przypadku jest to układ dwóch sieci: generatora i dyskryminatora. Generator jest kreatywną częścią i tworzy obrazy z losowych danych wejściowych, nie mając dostępu do istniejących wytworów sztuki. Dyskryminator natomiast ma w tym konkretnym przypadku dostęp do obrazów z publicznie dostępnej bazy WikiArt (sztuka z zakresu XV–XX wieku). Jest krytycznym partnerem generatora, ocenia rezultat i pełni rolę systemu zwrotnego. Dzięki niemu generator uczy się i, zmieniając parametry algorytmu, może udoskonalać swoje wytwory. W GAN istnieje jeden krok oceny: dyskryminator dostaje wygenerowany obraz i określa, czy należy on do zestawu treningowego (w tym przypadku bazy WikiArt), czy nie. W wypadku gdy dyskryminator nie będzie w stanie odróżnić wytworu generatora

Przykładowe obrazy wygenerowane przez sieci GAN



Źródło: Elgammal A., Liu B., Elhoseiny M., Mazzone M., CAN: *Creative Adversarial Networks Generating „Art” by Learning About Styles and Deviating from Style Norms*, czerwiec 2017, <https://arxiv.org/pdf/1706.07068.pdf>
[dostęp: 30.07.2020].

Obrazy wystawione na targach sztuki Art Basel w 2017 roku



Źródło: Elgammal A., Liu B., Elhoseiny M., Mazzone M., *CAN: Creative Adversarial Networks Generating „Art” by Learning About Styles and Deviating from Style Norms*, czerwiec 2017, <https://arxiv.org/pdf/1706.07068.pdf> [dostęp: 30.07.2020].

od zestawu treningowego, gra się kończy. Niestety, nie wymusza to na generatorze stworzenia niczego, co wychodziłoby poza istniejące kanony sztuki i było w choć małym stopniu odkrywcze, oryginalne. Aby to osiągnąć, zaprojektowano drugi krok oceny dyskriminatora. W taki właśnie sposób, opierając swoje działanie na dwóch krokach oceny, działają sieci CAN, w odróżnieniu do GAN, gdzie istnieje tylko jeden. W drugim kroku dyskriminator usiłuje przyporządkować obraz do stylu w sztuce. Tę zasadę działania można postrzegać jako grę pomiędzy tymi dwoma sieciami. Generator z jednej strony próbuje przekonać dyskriminator, że jego wytwór to już istniejące dzieło sztuki, z drugiej zmylić co do stylu, w którym dzieło jest wykonane. Natomiast dyskriminator usiłuje odgadnąć, do jakiego nurtu w sztuce należy obraz, czym zmusza generator do tworzenia jak najlepszych jakościowo obrazów. Dzięki równowadze obu sieci możliwe jest uzyskanie satysfakcjonujących rezultatów. Istnienie dwóch kroków oceny, których używa dyskriminator, powoduje, że generator zmuszony jest do odkrywania nowych przestrzeni sztuki, jednocześnie nie odbiegając zbyt daleko od istniejących standardów i nurtów.

Wyniki zostały poddane ocenie. Naukowcy zestawili ze sobą grupy obrazów: abstrakcjonistów z lat 1945–2007, autorów wystawiających swoje dzieła na Art Basel 2016 i zestaw stworzony przez algorytm (CAN oraz GAN). Celem było sprawdzenie zdolności ankietowanych do rozróżnienia, czy dane dzieło sztuki zostało stworzone przez człowieka, czy maszynę. Cel zostaje osiągnięty, gdy rozróżnienie nie jest możliwe. Wyniki były zaskakujące. Ankietowani dużo częściej uważali, że obrazy stworzone przez CAN (53%) zostały stworzone przez człowieka niż obrazy wystawiane na Art Basel (41%).

Opisane powyżej sieci kreatywne mają zdolność do ciągłego uczenia się na podstawie dostarczanych im informacji o istniejących stylach w malarstwie. Jest to jeden z udanych i dobrze przyjętych przez odbiorców eksperymentów. W przeciwieństwie do algorytmów globalnych, występuje tu większa autonomia (nie zawsze jesteśmy w stanie dokładnie prześledzić drogę, jaką algorytm dochodził do uzyskania pożądanego wyniku), a przede wszystkim zdolność uczenia się i dostosowywania do zadanych warunków zewnętrznych (dziedzin sztuki oraz obowiązujących w nich obecnie standardów).

The Next Rembrandt

Projekt ten miał na celu przywrócenie do życia jednego z największych Starych Mistrzów, aby po ponad 300 latach stworzył jeszcze jeden obraz. Zespół chciał zbadać, co kryje się za artystycznym genium mistrza. W tym celu zebrano 346 obrazów, które zostały zeskanowane w wysokiej rozdzielczości. Ze względu na to, że w zadanie zaangażowane były różne instytucje, rozdzielczość zeskanowanych obrazów nie była taka sama. Aby zbudować jednolitą bazę danych, każdy z nich został powiększony, a rozdzielczość zwiększona o 300%. Zredukowano także szumy, odzyskując w ten sposób dane, które cyfrowo odrestaurowano w przypadku obrazów niezachowanych w idealnym stanie. Cały zebrany materiał zajmował ponad 150GB danych. Był to punkt wyjścia do odkrycia geniuszu kryjącego się za obrazami.

W ciągu całego życia Rembrandt interesował się różnymi tematami: od krajobrazów poprzez martwe natury po sceny biblijne. Jednak to, co fascynowało go najbardziej, to portrety. Ze względu na to postanowiono, że to właśnie portret będzie nowym dziełem wskrzeszonego Rembrandta. Wybrano okres od 1632 do 1642 roku. Obrazy przeanalizowano pod różnymi kątami: kolor oczu, gesty, umiejscowienie elementów twarzy, oświetlenie, używając do tego konwolucyjnych sieci neuronowych (Convolutional Neural Networks – CNN).

Dla nas, ludzi, rozpoznawanie obiektów jest jedną z pierwszych rzeczy, jakich się uczymy. Patrząc na kota, wiemy, że to kot, i bez znaczenia jest tutaj ogromna liczba ras i umaszczeń. Także kot, który w wypadku stracił ucho, ogon czy łapę, pozostaje dla nas bezsprzecznie kotem. Zdolność ta przychodzi nam naturalnie, czego nie można powiedzieć o algorytmach. Muszą nauczyć się, co sprawia, że kot jest kotem. Tu na pomoc przychodzi CNN. Jest to zbiór warstw, które możemy rozumieć jako filtry. Każdy filtr wydobywa z obrazu pożądane cechy i elementy charakterystyczne. Inspiracją do ich stworzenia była kora wzrokowa, ponieważ pewne jej fragmenty są wrażliwe na elementy horyzontalne, a inne na wertykalne. I właśnie ta architektura wyspecjalizowanych komponentów wykonujących tylko konkretne zadania została użyta w sieciach odpowiedzialnych za widzenie maszynowe. Następnie cechy charakterystyczne są grupowane i analizowane, a wynikiem jest klasyfikacja elementu na obrazku. Algorytm jest w stanie podać prawdopodobieństwo przynależności danej rzeczy do konkretnej etykiety, na przykład: 81% dla wskazanego wcześniej kota, 13% dla lamy i 6% dla psa. Im więcej danych treningowych, z tym większym prawdopodobieństwem sieci neuronowe podają wyniki.

Wizualizacja działania filtrów CNN



Źródło: <https://medium.com/@apiltamang/a-gentle-dive-into-the-anatomy-of-a-convolution-layer-6f1024339aca> [dostęp: 10.08.2020].

Ten sam mechanizm użyty został przez zespół pracujący nad projektem The Next Rembrandt do rozpoznania stylu wielkiego mistrza: kompozycji zamienionej na wzorec geometryczny, tekstury, pociągnięcia pędzlem, palety kolorów. Analizowano także wiek portretowanych osób, kierunek, w którym patrzą, punkty charakterystyczne twarzy oraz typowe proporcje występujące na obrazach.

W końcowym etapie pracy wybrano temat nowego obrazu algorytmicznego mistrza: mężczyzna pomiędzy 30. a 40. rokiem życia, z zarostem, patrzący w prawą stronę, ubrany w czarny strój z białym kołnierzem i kapeluszem. Co ważne, twarz portretowanej osoby nie miała być sumą wszystkich twarzy namalowanych przez Rembrandta. Aby mistrz mógł powstać z martwych, algorytm musiał stworzyć zupełnie nową twarz. Aby wiernie odtworzyć mistrzowskie pociągnięcia pędzlem, użyto dwóch rodzajów algorytmów, które badały teksturę i sposób rozłożenia farby na płótnie. Efekt długotrwałej pracy składał się ze 148 mln pikseli na ekranie i 13 warstw farby wydrukowanej specjalnym ploterem na płótnie.

**Nowy obraz Rembrandta wygenerowany przez sztuczną inteligencję (z lewej),
warstwy farby podczas drukowania (z prawej)**



Źródło: <https://www.nextrembrandt.com> [dostęp: 6.08.2020].

W tym wypadku autorzy, zamiast poszerzać dotychczasowe granice w sztuce, postanowili nauczyć maszynę stylu jednego z mistrzów. Maszyna opanowała styl mistrza w 18 miesięcy, ucząc się od podstaw. W efekcie powstało całkiem nowe dzieło przywodzące na myśl malarstwo Rembrandta. Czy było to zadanie kreatywne?

Na temat obrazu wypowiedział się w „The Guardian” brytyjski krytyk sztuki Jonathan Jones:

Co za okropna, bez smaku, niewrażliwa i bezduszna parodia wszystkiego, co jest kreatywne w ludzkiej naturze [...]. Nie można, powtarzam, nie można powtórzyć geniuszu Rembrandta van Rijn. Jego sztuka to nie zestaw algorytmów czy stylistycznych sztuczek, które mogą być odtworzone przez człowieka albo mechanicznego naśladowcę. Może być on tylko sfalszowany – a fałszerstwo jest martwe, to nudna rzecz pozbawiona życia oryginału¹⁴.

Celem projektu nie było stworzenie nowego stylu malarskiego, a jedynie powtórzenie stylu mistrza. Jakkolwiek interesujący jest jego wynik, nie jest on jednak kreatywny. Nie poszerza przyjętych granic, nie jest nowatorski, jedynie naśladuje, chociaż robi to doskonale. Naśladowanie to poruszanie się po utartych ścieżkach, jest przeciwieństwem kreatywności, która wychodzi poza ogólnie przyjęte standardy.

Zakończenie

Kreatywność to tryb rozwiązywania problemów, który powstał po to, by przełamywać utarte wzorce w momencie, gdy myślenie analityczne przestaje przynosić efekty¹⁵.

Myślenie analityczne to myślenie podobne do algorytmu – z konkretną obraną ścieżką działania. Mózg musi mieć możliwość swobodnego „bujania w obłokach”, aby stworzyć coś kreatywnego i innowacyjnego. To właśnie z dziwnych, z pozoru zupełnie nieprzystających do tematu, myśli czy pomyłek rodzi się innowacja i kreacja, co odróżnia ludzki sposób tworzenia od maszynowego.

¹⁴ Tłumaczenie własne: „What a horrible, tasteless, insensitive and soulless travesty of all that is creative in human nature [...]. You cannot, I repeat, cannot, replicate the genius of Rembrandt van Rijn. His art is not a set of algorithms or stylistic tics that can be recreated by a human or mechanical imitator. He can only be faked – and a fake is a dead, dull thing with none of the life of the original” – J. Jones, *The digital Rembrandt: a new way to mock art, made by fools*, „The Guardian”, <https://www.theguardian.com/artanddesign/jonathanjonesblog/2016/apr/06/digital-rembrandt-mock-art-fools> [dostęp: 6.08.2020].

¹⁵ H. Beck, *Mózg się myli. Dlaczego błędy mózgu są naszą siłą*, tłum. U. Szymanderska, Łódź 2017, s. 282.

W tym drugim sieci nastawione są na rozwiązanie zadania tak naprawdę w dość określony sposób. „Kreatywności” maszyn nie można mylić z kreatywnością ludzką. Algorytmy czy sieci neuronowe mają za zadanie rozwiązać zadanie w sposób wydajny i efektywny, podczas gdy kreatywność to coś przeciwnego: to wypadkowa pomyłek, przypadków, słabej wydajności, wyjścia poza schemat. Jak dotychczas maszyny nie mają możliwości zejścia z obranej arbitralnie przez programistę ścieżki. W przeciwieństwie do ludzkiego mózgu, który nie ma jednego sposobu na rozwiązanie danego zadania. Kreatywność nie musi być logiczna ani rozsądna, gdyż wiąże się z łamaniem ustalonych reguł postępowania, czego nie potrafi maszyna¹⁶.

Projektując kreatywne maszyny, dowiadujemy się nowych informacji o tym, jak funkcjonuje nasza kreatywność. Wiele z używanych rozwiązań czerpie wprost z naszej biologii i postrzegania świata: sieci neuronowe zaprojektowane na wzór komórek w ludzkim mózgu, algorytmy ewolucyjne oparte na teorii ewolucji Darwina czy system zwrotny, który także i u nas jest wewnętrznym krytykiem naszych działań twórczych. Jednak pomimo interesujących i obiecujących wytworów maszyn nie są one autonomiczne. Nadal nie potrafią wyjść poza ramy narzucone im z zewnątrz przez ich twórców. To my podsuwamy im odpowiedni materiał do nauki, zawężając z góry dostęp do informacji, wciskamy przycisk „start” i my decydujemy, czy otrzymany wynik jest wart naszego zainteresowania. „Kreatywne” maszyny pozostają nadal narzędziami w rękach kreatywnych ludzi.

¹⁶ H. Beck, *Mózg się myli. Dlaczego błędy mózgu są naszą siłą*, tłum. U. Szymanderska, Łódź 2017, s. 271

BIBLIOGRAFIA

Beck H., Mózg się myli. Dlaczego błędy mózgu są naszą siłą, tłum. U. Szymanderska, Łódź 2017.

Callen E., The True Potential of Computational Creativity: Technology and Humanity, <https://www.30secondstofly.com/ai-software/harold-cohen-and-computational-creativity/> [dostęp: 28.07.2020].

Cohen H., The Further Exploits of AARON, Painter, 1994, <https://pdfs.semanticscholar.org/171f/19892e6c50293390791d377f0750e41df21f.pdf> [dostęp: 28.07.2020].

Colton S., The Painting Fool: Stories from Building an Automated Painter, [w:] Computers and Creativity, J. McCormack, M. d'Inverno, Berlin 2012.

Colton S., You Can't Know my Mind: A Festival of Computational Creativity, http://www.thepaintingfool.com/galleries/you_cant_know_my_mind/ICCC_YCKMM.pdf [dostęp: 29.07.2020].

Deshpande A., A Beginner's Guide To Understanding Convolutional Neural Networks, <https://adeshpande3.github.io/adeshpande3.github.io/A-Beginner's-Guide-To-Understanding-Convolutional-Neural-Networks/> [dostęp: 6.08.2020].

Dutch Digital Design, The Next Rembrandt: bringing the Old Master back to life, <https://medium.com/@DutchDigital/the-next-rembrandt-bringing-the-old-master-back-to-life-35dfb1653597> [dostęp: 6.08.2020].

Elgammal A., Liu B., Elhoseiny M., Mazzone M., CAN: Creative Adversarial Networks Generating „Art” by Learning About Styles and Deviating from Style Norms, czerwiec 2017, <https://arxiv.org/pdf/1706.07068.pdf> [dostęp: 30.07.2020].

Galanter P., What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory, http://www.philipgalanter.com/downloads/ga2003_paper.pdf [dostęp: 25.07.2020].

Gatys L.A., Ecker A.S., Bethge M., A Neural Algorithm of Artistic Style, <https://arxiv.org/pdf/1508.06576.pdf> [dostęp: 6.08.2020].

Jones J., The digital Rembrandt: a new way to mock art, made by fools, „The Guardian”, <https://www.theguardian.com/artanddesign/jonathanjonesblog/2016/apr/06/digital-rembrandt-mock-art-fools> [dostęp: 6.08.2020].

McCormack J., Bown O., Dorin A., McCabe J., Monro G. Whitelaw M., Ten Questions Concerning Generative Computer Art, 2012, <http://jonmccormack.info/wp-content/uploads/2012/10/TenQuestionsV3.pdf> [dostęp: 25.07.2020].

du Sautoy M., Kod kreatywności. Sztuka i innowacje w epoce sztucznej inteligencji, tłum. Chawziuk T., Kraków 2020.

Taylor G.D., When the Machine Made Art. The Troubled History of Computer Art, published online: Bloomsbery, 2014. Westhoff M., The Next Rembrandt, <https://digital.hbs.edu/platform-digit/submission/the-next-rembrandt/> [dostęp: 6.08.2020].

<https://www.nextrembrandt.com> [dostęp: 6.08.2020].