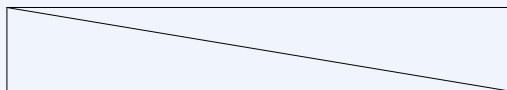




GRZEGORZ ROGALA

## Artysta w świecie sztucznej inteligencji

*Nagle dostrzegła pod stołem małe, szklane pudełeczko, a w nim ciastko; na przysmaku pomarańczową marmoladą wypisano słowa: Zjedz mnie. Znaczenie było jasne. „To od mojego terapeuty”. Otworzyła pudełko i zobaczyła kolejne ciasto na drugim. Tym razem był to długi list... Otworzyła go i zachwycona znalazła obszerną notatkę: „Drogi Ringuette, widziałem słowo, które napisałeś w tym samym pudełku, w którym znalazłeś drugi kawałek ciasta i myślę, że to ty. Widzę, że jesteś szczęśliwy. Nazywam się Alexander, idę cię odwiedzić. Proszę czekać”.*



Pierwsze zdanie: Lewis Carroll, *Alicja w Krainie Czarów*, pozostałe: wygenerowane przez algorytm GPT2 na podstawie pierwszego zdania.

Cały tekst przetłumaczony z angielskiego przez algorytm Google Translate

Sztuka zawsze istnieje w relacji do nauki i technologii. Wynalezienie pigmentów, papieru, prasy drukarskiej, fotografii, filmu, urządzeń do rejestracji dźwięku czy wreszcie komputerów za każdym razem głęboko wpływało na kulturę, a tym samym na każdą dziedzinę sztuki. Zakres zmian spowodowanych tymi, zwykle z początku niedocenianymi, wynalazkami w efekcie rewolucjonizował nasz świat.

Należy przypuszczać, że sztuczna inteligencja, podobnie jak wcześniejsze techniki, zmieni naszą rzeczywistość w stopniu trudnym na razie do oszacowania. Każde medium rozszerza ludzkie możliwości, staje się protezą zmysłów umożliwiającą coraz dokładniejsze badanie zjawisk. Fotografia migawkowa pozwoliła zobaczyć rzeczywistość w sposób dla ludzkich oczu niemożliwy. Dzięki niej mogliśmy zajrzeć w to, co dzieje się w tysięcznych czy też miliardowych częściach sekundy. Film posłużył nam do analizy ruchu z niespotykaną dotąd precyzją. Wprzęgnięty w proces twórczy stał się X Muza. Komputer

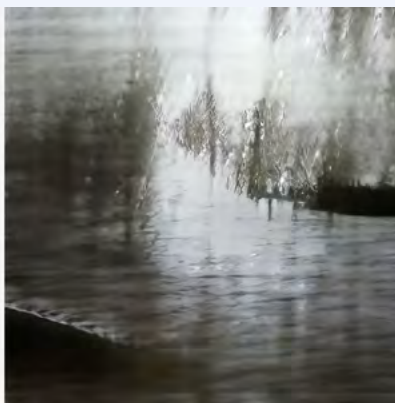


↓ TWARZE WYGENEROWANE PRZEZ STYLEGAN2, 2019

→ DEEP DREAM, 2015



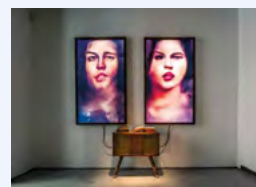
From across the lake  
Past the black winter trees,  
Faint sound of a flute.



← GRZEGORZ ROGALA, HAIKU, 2019,  
ATTNGAN – ALGORYTM ZAMIENIAJĄCY  
TEKST NA OBRAZ

← GRZEGORZ ROGALA,  
PORTRET Z ŻÓŁTĄ PLAMĄ,  
2019, ARTBREEDER





✦ MARIO KLINGEMANN, INSTALACJA MEMORIES OF PASSERBY, 2019, GAN

✦ MEMO AKTEN, INSTALACJA LEARNING TO SEE, 2018, PIX2PIX



✦ ROBBIE BARRAT, PORTRAITNET, 2018, DCGAN

✦ GENE KOGAN, NEURAL SYTHESIS, 2019

✦ SOFIA CRESPO, NEURAL ZOO, 2019, BIGGAN



zrewolucjonizował świat nauki, rozrywki i komunikacji.

Sztuka i technologia komputerowa ma już swoją historię. Sztuka generatywna, zwana również algorytmiczną, pojawiła się u progu lat 60. XX wieku, wraz z upowszechnianiem się technik cyfrowych. Kluczową rolę w próbie przyznania jej statusu sztuki odegrała międzynarodowa wystawa *Cybernetic Serendipity*. Odbędzie się w roku 1968 w Institute of Contemporary Arts w Londynie i skupiła takich artystów jak: Nam June Paik, Jean Tinguely, John Whitney, Charles Csuri, Georg Ness, Edward Ihnatowicz. Kuratorka wystawy Jasia Reichardt powiedziała później, że ludzie uważali za szaleństwo, iż maszyna może współtworzyć sztukę. Mija pół wieku i znowu znajdujemy się w podobnym miejscu, może parę szczebli wyżej...

Jak każde nowe medium, AI swoimi ogromnymi możliwościami rodzi nieufność i przerażenie u jednych, a zachwyt u innych. Artyści, nie czekając aż teoretycy sztuki uporają się z oceną zjawiska, samodzielnie podejmują próby odkrycia możliwości kreatywnych ukrytych w nowej technologii.

Sztuczna inteligencja z racji obszaru, którym się zajmuje, różni się od wcześniej wymienionych przełomowych wynalazków, albowiem dotyka tego, co uznajemy za wyłączną domenę człowieka: myślenia, inteligencji, kreatywności, być może również świadomości. W połączeniu z możliwościami komputerów kwantowych będzie w stanie operować poza światem określanym przez naukowców jako *monkey reality*, czyli poza rzeczywistością modelowaną przez „małpi” (czyli nasz) mózg, w którym rzeczy istnieją, mają właściwości fizyczne, podlegają prawu przyczyny i skutku. Jej domeną stanie się kwantowa nieokreśloność, w której nie doszukamy się już ludzkiego sensu.

## KRÓTKA HISTORIA AI

Pierwsze współczesne komputery powstały pod koniec II wojny światowej w Niemczech, Stanach Zjednoczonych i Wielkiej Brytanii. Już we wczesnych latach 50. naukowcy rozważali możliwość budowania inteligentnych maszyn cyfrowych, stąd pojawienie się w literaturze określenia „mózg elektronowy”. Pierwsze laboratorium powstało i sam termin *Artificial Intelligence* zrodził się w roku 1955 na Uniwersytecie Carnegie Mellon (USA). Sztuczna inteligencja oznacza maszynę lub program komputerowy wykazujący działania nazywane „inteligentnymi” (Wikipedia). Rozumienie, czym jest inteligencja, zmieniało się na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat. Naukowcy kognitywni lat 60. uważali, że inteligencję określa zestaw reguł pozwalających poznawać i rozumieć zjawiska. Pierwszą falą AI były właśnie systemy eksperckie, programowane tak, by zawierały jak najwięcej reguł i schematów. Choć były rozwijane wiele lat, nie uzyskano zadowalających rezultatów, np.: systemy rozpoznawania pisma ręcznego osiągały skuteczność siedemdziesięciu paru procent, co uznawano za niewystarczające do wprowadzania danych. Mimo obiecwanego gwałtownego rozwoju AI, powolny postęp i mała skuteczność wczesnych algorytmów zniechęciły wszystkich zainteresowanych do dalszego finansowania badań. Koniec lat 70. i lata 80. to okres zastoju nazywany „Zimą AI”.

Odrodzenie przyszło wraz z pojawieniem się i rozwojem Internetu oraz wzrostem mocy obliczeniowej komputerów. Mimo spektakularnego zwycięstwa komputera Deep Blue (jego sercem był potężny program ekspercki, zawierający ogromne historyczne bazy danych rozgrywek szachowych) nad arcymistrzem Garim Kasparowem w roku 1997, główny nurt ewolucji sztucznej inteligencji zmienił kierunek. Powrócono do pomysłu Johna McCarthy’ego z roku 1959, który postulował, by AI uczyła się tak jak ludzie,

dynamicznie przez doświadczenie, nieograniczona zestawem zaprogramowanych reguł. Ten rodzaj algorytmów uczących się samodzielnie nazywany jest obecnie *machine learning*, a podstawą jego działania są sztuczne sieci neuronowe (ANN). Jeszcze trzy lata temu największa z nich składała się z 16 mln neuronów – to tyle mniej więcej, ile znajdziemy w mózgu żaby. W roku 2019 Google ogłosił, że jego Deep Mind przekroczył wielkość 11 mld neuronów (dla porównania ludzki mózg ma ich około 100 mld, więc pozostało nam jeszcze trochę czasu).

Dzięki współczesnemu Internetowi, trylionom bajtów łatwo dostępnej informacji wszelkiego typu (*deep data*), powstała nowsza wersja *machine learning* nazywana *deep learning*. Korzysta ona z ogromnych mocy obliczeniowych, których dysponentami są giganci świata komputerowego: Google, Amazon, Microsoft, Nvidia i Facebook. Systemy oparte na *deep learning* z powodzeniem tworzą algorytmy rozpoznawania i generowania mowy, tłumaczenia mowy i tekstu, analizy i generowania obrazu lub muzyki. Gwałtowny rozwój AI w ciągu ostatnich kilku lat zaowocował kilkoma spektakularnymi zwycięstwami w rozgrywce maszyna kontra człowiek:

1. w 2011 roku superkomputer Watson, posługując się językiem naturalnym, wygrał z Jenningsem, supermistrzem turnieju Jeopardy,
2. w 2016 roku program AlphaGo pokonuje Lee Sedola, jednego z najlepszych graczy w Go,
3. w roku 2017 AlphaZero pokonuje arcymistrzowski program szachowy Stockfish, uznawany za niepokonywalny przez ludzi. By w pełni zrozumieć moc AlphaZero, trzeba dodać, że do pokonania programu szachowego wystarczyły AlphaZero, wyposażonemu tylko w podstawowe reguły tej gry, cztery godziny uczenia się i rozgrywania partii ze sobą samym.

Do 2019 roku żaden system AI nie przeszedł jednak Testu Turinga. By go zaliczyć, program komputerowy musi przekonać przynajmniej 3 proc. osób, że prowadząc swobodny dialog z nieznanym, rozmawiają z człowiekiem.

## DZIAŁANIE MÓZGU I AI OPARTEJ NA SZTUCZNYCH SIECIACH NEURONOWYCH

Ludzie od dziecka uczą się na przykładach, obserwując. Umysł, dzięki sieciom neuronowym, tworzy jeden dynamicznie zmieniający się model świata. Wszystko, co dostrzegamy i odczuwamy, trafia najpierw do tego modelu. Mózg potrzebuje około pół sekundy, by ten ogromny, nieprzerwany potok bodźców przetworzyć. Aby zapewnić nam niezbędne poczucie teraźniejszości, używa mechanizmu predykcji, czyli „halucynuje” to, co w ciągu owej połówki sekundy najprawdopodobniej się zdarzy. Sztuczna inteligencja oparta na sieciach neuronowych uczy się podobnie jak człowiek, na przykładach, a nie za pomocą reguł. Efektem uczenia się maszynowego jest również model, na razie zdecydowanie skromniejszy niż ten w naszym umyśle. Najczęściej opisuje jedno konkretne zadanie lub funkcję, np. rozpoznawanie mowy, generowanie obrazu, interpretację danych giełdowych, grę w szachy czy w Go. Modele oparte na sieciach neuronowych są dynamiczne, udoskonalają się wraz z napływem nowych informacji. Bardzo dobrze sprawdzają się w interpretowaniu wielkich baz danych (Big Data). Podobnie jak w przypadku ludzkiego mózgu, efektem ich uczenia się jest „halucynacja”. Oznacza to, że model AI ludzkiej twarzy, stworzony na podstawie analizy kilku czy kilkudziesięciu tysięcy portretów, nie „pamięta” żadnego z nich. Tworzy abstrakcyjną funkcję, która pozwala wygenerować dowolną twarz, zgodną z przykładami udostępnionymi w procesie uczenia się. Jeśli

wśród danych wejściowych nie znalazły się np. portrety osób o cechach negroidalnych, nie będzie potrafił ich „halucynować”.

## CZY AI JEST KREATYWNA?

Szkoląc sieci neuronowe na wyselekcjonowanych przykładach, artyści dostają do dyspozycji szczególne medium, potrafiące – podobnie jak nasz mózg – analizować wybrane elementy rzeczywistości, zamieniać je w modele, a następnie „halucynować” ze swojego wnętrza niespotykane, dziwne, zastanawiające, a czasem również piękne formy wizualne, muzyczne lub literackie. Patrząc na efekty działania AI, rozpoznajemy w nich wyraźne echa naszej rzeczywistości, ale widziane jakby oczami innej istoty czy też nieznaną inteligencji. Gwałtowny rozwój AI doprowadził do spekulacji, że być może w niedalekiej przyszłości zostaniemy zastąpieni przez superinteligentne algorytmy, również w dziedzinach będących domeną artystycznej kreatywności. Pojawia się zatem refleksja dotycząca tego, czym jest kreacja, kim jest twórca, czy „halucynacje” AI mieszczą się w tych pojęciach?

Kreatywność definiujemy jako proces umysłowy pociągający za sobą powstawanie nowych idei, koncepcji lub skojarzeń, powiązań z istniejącymi już ideami i koncepcjami (Wikipedia). Dzięki temu rozwijamy się, przechodzimy od sztuki średniowiecznej przez renesans do baroku i dalej, do sztuki współczesnej. Algorytm AI uczony na przykładach sztuki renesansu potrafi generować nowe, nieistniejące wcześniej, renesansowe w wyrazie prace, ale to ludzie dokonują oceny, które z nich warto uznać za interesujące. Możemy też być tak zafascynowani supertecnologią, że zadecydujemy, iż wszelkie prace sztucznej inteligencji są dziełami sztuki.

*Społeczność musi zaakceptować naszą wizję, aby mogła zostać uznana za kreatywną. Czasem akceptacja nie jest powszechna,*

*czasem nie przychodzi latami* – pisze Sean Dorrance Kelly, profesor filozofii na Harvardzie. Ale próżno czekać, by współczesna AI nauczyła się autonomicznie i ewolucyjnie kreować jakikolwiek styl artystyczny. Potrafi opanować zasady gry w szachy na poziomie niedostępnym dla człowieka, wyciągnąć poprawne wnioski z analizy ogromnych ilości danych statystycznych, ale nie potrafi sama stworzyć nowej idei. Pytanie, czy AI stanie się kiedyś świadoma i kreatywna, pozostaje otwarte do czasu, gdy będziemy umieli określić, czym jest świadomość i jak zawrzeć ją w algorytmach matematyki stosowanej.

## ARTYŚCI A SZTUCZNA INTELIGENCJA

Era AI zdolnej syntetyzować obrazy zadowalającej jakości rozpoczęła się w roku 2014 za sprawą młodego naukowca Iana Goodfellowa. Podczas spotkania w pubie znajomy doktorant poprosił go o pomoc w napisaniu algorytmu generującego ludzkie twarze. Uzyskiwane metodą statystyczną efekty były zbyt niewyraźne. Po paru piwach Ian Goodfellow wpadł na pomysł przeciwstawienia sobie dwóch sieci neuronowych: ucznia i nauczyciela albo raczej generatora i dyskryminatora. Generator przedstawia rezultaty treningu, a dyskryminator ocenia, czy cel został osiągnięty, porównując efekty z pierwotnymi danymi. Jeśli nie, uczeń modyfikuje parametry i kontynuuje pracę do skutku. Pierwsze próby, przeprowadzone tej samej nocy, okazały się rewelacyjne: generowane przez AI twarze osiągnęły jakość niemal fotograficzną! Tak narodził się Generative Adversarial Network, który jest dziś podstawą wszystkich sieci neuronowych analizujących i tworzących obrazy.

Jedną z pierwszych technik, którą możemy nazwać narzędziem artystycznym, zrodzoną z AI jest *Deep Dream*, algorytm stworzony przez Alexandra Mordvintseva, pracownika Google, w 2015 roku. Ciekawość

naukowca wzbudziły podstawy działania sieci neuronowych i *deep learning*. Zmodyfikował istniejącą sieć ImageNet, zawierającą model ponad 1 tys. kategorii obiektów, wzmacniając aktywacje sztucznych neuronów, by w „halucynowanym” obrazie ujawnić, jakich wzorców AI poszukuje. Rezultatem były psychodeliczne obrazy, pełne psowatych, kotowatych lub ślimakowatych stworów nabudowanych na rozpoznawalnych elementach obrazu.

Kolejnym ważnym dla rozwoju AI algorytmem stała się modyfikacja GAN o nazwie Pix2Pix, stworzona przez Christophera Hessego. Generator trenuje na parach obrazów: jeden przedstawia np. kontur przedmiotu, a drugi sam przedmiot. Na tej podstawie Pix2Pix uczy się funkcji zmieniającej kontur na fotorealistyczny obraz. Lawinowo pojawiają się nowe, coraz ciekawsze algorytmy wizualizujące: BIGGAN, STYLEGAN, AttnGAN, GauGAN, generatory tekstu oparte na modelu GPT2 i generatory muzyczne z projektu MAGENTA.

Brak narzędzi przygotowanych do pracy ze sztuczną inteligencją dla „niewtajemniczonego” artysty, czegoś w rodzaju Photoshopa AI, spowodował, że wczesna era rozwoju w całości opanowana została przez młodych naukowców umiejących korzystać z języków programowania, zwykle też pracujących przy projektach powiązanych już ze sztuczną inteligencją w firmach takich jak Nvidia, Google, Microsoft. Fascynujące efekty generowane przez AI sprawiają, że mimo braku prostych narzędzi coraz więcej artystów wpada na orbitę nowego medium. Pomaga w tym darmowy dostęp do niemal wszystkich zasobów AI publikowanych na przeznaczonych do tego portalach, m.in. jak Github. Unikalną na razie pozycją jest uruchomiony w 2019 roku projekt RunwayML, autorstwa zespołu stworzonego przez Chrisa Valenzuelę. Używając prostego interfejsu, możemy zanurzyć się w świecie obrazów generowanych przez AI. Program nie tylko umożliwia podróże przez

różne wbudowane modele, ale także łączenie ich w łańcuchy i generowanie nowych.

Wyjątkową aplikacją jest również internetowy Artbreeder autorstwa Joela Simona. Tu eksplorowanie „halucynacji” GAN odbywa się przez manipulowanie mutacjami genetycznymi składowych dużego i skomplikowanego algorytmu.

## WYBRANI ARTYŚCI POSŁUGUJĄCY SIĘ AI

### Robbie Barrat, Stany Zjednoczone

W październiku 2019 roku Dom Aukcyjny Christie’s NY sprzedał za 432 500 dol. wygenerowany przy użyciu AI obraz *Portret Edmonda de Belamy* autorstwa francuskiego kolektywu Obvious. Okazało się, że członkowie kolektywu namówili dziewiętnastoletniego amerykańskiego naukowca i artystę Robbiego Barrata do zaprogramowania specjalnego algorytmu GAN służącego „halucynowaniu” portretów, nie wyjawiając mu swoich prawdziwych intencji. Zdarzenie to wzburzyło środowisko naukowe i artystyczne. Zakwestionowano autorstwo dzieła i postawiono pytanie: czy twórcę oryginalnego algorytmu AI powinno się uznać za współtwórcę dzieła?

### Mario Klingemann, Niemcy

*Odkąd nauczyłem się programowania na początku lat 80., starałem się tworzyć algorytmy, które potrafią zaskakiwać i wykazywać niemal autonomiczne zachowania twórcze. Ostatnie postępy w dziedzinie sztucznej inteligencji, głębokiego uczenia się i analizy danych dają mi pewność, że w niedalekiej przyszłości AI będzie tworzyć ciekawsze prace niż ludzie (artysta o sobie, quasimodo.com).*

Instalacja *Memories of Passerby* (Wspomnienia przechodnia) wykorzystuje sztuczną inteligencję do generowania nieskończonej

liczby portretów ludzi. Opierając się na modelu przeszkolonym na zbiorze zawierającym obrazy starych mistrzów, GAN tworzy zniekształcone, hipotetyczne twarze, często przywodzące na myśl postaci ze starych portretów.

### Memo Akten, Turcja

*Pracuję z widzeniem maszynowym (machine vision) od ponad dziesięciu lat, więc dla mnie przejście do AI było bardzo naturalne. Na początku 2000 roku zacząłem bawić się małymi sieciami neuronowymi, aby tworzyć proste modele wejścia-wyjścia. W ogóle nie dostrzegałem ich potencjału...* (artysta o sobie, [www.memo.tv](http://www.memo.tv))

*Moja instalacja Learning to see (Nauka patrzenia) dotyczy uprzedzeń poznawczych u ludzi. Widzimy świat przez filtr tego, co już wiemy. Model AI, będący sercem tej instalacji, robi dokładnie to samo: widzi świat przez pryzmat tego, co już widział. Ta praca oparta jest na algorytmie Pix2Pix, metodzie tłumaczenia obrazu na obraz. Kamera patrzy na stół z przedmiotami codziennego użytku, ale to, co generuje system, zależy od tego, na czym trenowano modele: niektóre na obrazach kwiatów, inne na obrazach fal i skał, kolejne na chmurach (Rewiring art, wywiad przeprowadzony przez Yanna Sweeneya i Jacoba Hutha z okazji wystawy AI: More than Human, Barbican Centre, Londyn).*

### Gene Kogan, Stany Zjednoczone

Naukowiec, edukator i artysta od lat zaangażowany w różne formy sztuki algorytmicznej i AI, współtwórca rozwijanego od 2019 roku projektu Abraham.ai mającego na celu zbudowanie „autonomicznego sztucznego artysty”, który samodzielnie generuje unikalną i oryginalną sztukę. Uczestnikom projektu zależy na zbudowaniu modelu AI za pośrednictwem

otwartej, zdecentralizowanej sieci P2P, ograniczającej wpływ pojedynczej osoby. Dzięki wspólnemu projektowaniu, szkoleniu, obsłudze można liczyć, że zachowanie tworzonego w ten sposób modelu ukształtowane zostanie przez kolektywną inteligencję twórców, a nie będzie wywodzić się z preferencji jednego artysty. W wyniku decentralizacji własności modelu i wymaganiu, aby dane szkoleniowe pozostały prywatne, model nie jest ani powtarzalny, ani kopiowalny i spełnia wymóg wyjątkowości.

(Gene Kogan – Artist in the Cloud: Towards an Autonomous Artist)

### Sofia Crespo, Niemcy

Artystka pracująca na styku biologii i technologii. Jej prace powstają dzięki uczeniu algorytmu na przykładach zdjęć konkretnych obrazów natury: raf koralowych, mikroflory i fauny.

*Moje obrazy przypominają naturę, ale wyimaginowaną naturę. Nasza kora wzrokowa rozpoznaje tekstury, ale mózg jest jednocześnie świadomy, że te elementy nie należą do żadnego znanego mu układu rzeczywistości. Widzenie komputerowe i uczenie się maszynowe mogą stanowić pomost między nami a spekulacyjnymi „naturami”, do których uzyskujemy dostęp jedynie przez olbrzymią ilość obliczeń równoległych. Procedury w sztucznej sieci neuronowej stają się odpowiedzialne za autorstwo, a człowiek artysta jest raczej muzą lub kuratorem. Implikacja tej zmiany ról w autorstwie stawia nas przed pytaniem, czy sztukę można sprowadzić do rekombinacji danych wchłoniętych przez procesy sensoryczne?* (artystka o sobie, [www.sofiacrespo.com](http://www.sofiacrespo.com)).



## ZAKOŃCZENIE

AI jawi się czasem jako konkurent człowieka, o możliwościach potencjalnie przekraczających nasze, ludzkie, umiejętności. Obawiamy się świata zdominowanego przez obdarzone świadomością i wysoką inteligencją maszyny, które odbiorą nam pozycję gatunku dominującego i uczynią niewolnikami wyższej, cyfrowej rasy. Nie wiemy, czy tak się zdarzy, chociaż od kilku lat naukowcy rozważają możliwość zaistnienia „osobliwości” AI. To stan, w którym autonomiczna sztuczna inteligencja wejdzie w cykl niekontrolowanego przez nikogo samodoskonalenia, skutkującego powstaniem superinteligencji. A ta będzie stanowić egzystencjalne zagrożenie dla człowieka. Część ekspertów jest zdania, że AI osiągnie poziom „osobliwości” w ciągu 30–70 lat. Niektórzy twierdzą, iż znacznie wcześniej, inni, że nigdy... ✖

## BIBLIOGRAFIA

<https://sofiacrespo.com/>  
<http://quasimondo.com/>  
<https://medium.com/@genekogan/artist-in-the-cloud-8384824a75c7>  
<https://www.nature.com/articles/s42256-019-0073-9?draft=collection>  
<https://www.asp.wroc.pl> > Dyskurs22 > Dyskurs22\_MarcinSkładanek  
<https://www.technologyreview.com/s/610253/the-ganfather-the-man-whos-given-machines-the-gift-of-imagination/>  
<https://www.technologyreview.com/s/612913/a-philosopher-argues-that-an-ai-can-never-be-an-artist/>  
<https://medium.com/@isobel.stephen/what-can-we-learn-from-ai-art-4b0a52476dd9>  
<https://genekogan.com/>  
<https://runwayml.com/>  
<https://www.artbreeder.com/browse>  
[https://www.youtube.com/watch?v=ivLcmB\\_Gogc](https://www.youtube.com/watch?v=ivLcmB_Gogc)  
[https://media.ccc.de/v/35c3-10030-the\\_ghost\\_in\\_the\\_machine](https://media.ccc.de/v/35c3-10030-the_ghost_in_the_machine)  
<http://bach.ai/>