

**WSZYSTKO,  
CO TRZEBA WIEDZIEĆ!**

- jak działa sztuczna inteligencja?
- czy zastąpi człowieka?
- jakie zagrożenia stwarza?

Margaret A. Boden

# SZTUCZNA INTELIGENCJA

Tłumaczenie **Tomasz Sieczkowski**

Redakcja naukowa **Piotr Fulmański**

Original English  
language edition by

**OXFORD**  
UNIVERSITY PRESS

**> KRÓTKIE  
WPROWADZENIE**

---

# SZTUCZNA INTELIGENCJA

JEJ NATURA I PRZYSZŁOŚĆ

---

> KRÓTKIE  
WPROWADZENIE



WYDAWNICTWO  
UNIWERSYTETU  
ŁÓDZKIEGO

Margaret A. Boden

# SZTUCZNA INTELIGENCJA

JEJ NATURA I PRZYSZŁOŚĆ

*Tłumaczenie* Tomasz Sieczkowski  
*Redakcja naukowa* Piotr Fulmański

Original English  
language edition by

**OXFORD**  
UNIVERSITY PRESS

> KRÓTKIE  
WPROWADZENIE

Łódź 2020

**Tytuł oryginału:** *Artificial Intelligence: A Very Short Introduction*

**Rada Naukowa serii *Krótkie Wprowadzenie***  
*Jerzy Gajdka, Ewa Gajewska, Krystyna Kujawińska Courtney*  
*Aneta Pawłowska, Piotr Stalmaszczyk*

**Redaktorzy inicjujący serii *Krótkie Wprowadzenie***  
*Urszula Dzieciatkowska, Agnieszka Kałowska*

**Tłumaczenie**  
*Tomasz Sieczkowski*

**Redakcja naukowa**  
*Piotr Fulmański*

**Redaktor Wydawnictwa UŁ**  
*Katarzyna Gorzkowska*

**Skład i łamanie**  
*Munda – Maciej Torz*

**Projekt typograficzny serii**  
*Tomasz Przybył*

**Projekt okładki**  
*krzysztof de mianiuk*

*Artificial Intelligence: A Very Short Introduction* was originally published in English in 2018. This translation is published by arrangement with Oxford University Press. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego is solely responsible for this translation from the original work and Oxford University Press shall have no liability for any errors, omissions or inaccuracies or ambiguities in such translation or for any losses caused by reliance thereon

© Copyright by Margaret A. Boden 2016, 2018

© Copyright for this edition by Uniwersytet Łódzki, Łódź 2020

© Copyright for Polish translation by Tomasz Sieczkowski, Łódź 2020

Publikacja sfinansowana ze środków Wydawnictwa Uniwersytetu Łódzkiego

Wydane przez Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego  
Wydanie I. W.08997.18.0.M  
Ark. wyd. 9,1; ark. druk. 13,0

Paperback ISBN Oxford University Press: 978-0-19-960291-9  
ISBN 978-83-8142-639-8  
e-ISBN 978-83-8142-644-2  
<https://doi.org/10.18778/8142-639-8>

Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego  
90-131 Łódź, ul. Lindleya 8  
[www.wydawnictwo.uni.lodz.pl](http://www.wydawnictwo.uni.lodz.pl)  
e-mail: [ksiegarnia@uni.lodz.pl](mailto:ksiegarnia@uni.lodz.pl)  
tel. (42) 665 58 63

*Dla Byrona, Lucasa, Oscara i Aliny*

# Spis treści

Podziękowania	9
Spis ilustracji	11
1. Czym jest sztuczna inteligencja?	13
2. Ogólna inteligencja jako Święty Graal	33
3. Język, kreatywność, emocje	71
4. Sztuczne sieci neuronowe	93
5. Roboty i sztuczne życie	117
6. Ale czy to naprawdę jest inteligencja?	135
7. Osobliwość	161
Bibliografia	185
Indeks	201

# Podziękowania

Za bardzo pomocne rady niech przyjmą wyrazy wdzięczności moi przyjaciele: Phil Husbands, Jeremy Reffin, Anil Seth, Aaron Sloman i Blay Whitby. Za zrozumienie i cierpliwość podziękowania składam też na ręce Lathy Menon.

*Margaret A. Boden*



# Spis ilustracji

1. Problem małpy i bananów: w jaki sposób małpa ma osiągnąć do bananów? 56  
Przedruk z: M.A. Boden, *Artificial Intelligence and Natural Man*, Basic Books, New York 1977, s. 387
2. Globalna przestrzeń robocza w systemie rozproszonym 141  
Za: B.J. Baars, *A Cognitive Theory of Consciousness*, Cambridge University Press, Cambridge 1988, s. 88 (za uprzejmą zgodą)
3. Podobieństwa między terminami z zakresu globalnej przestrzeni roboczej a innymi popularnymi pojęciami 143  
Za: B.J. Baars, *A Cognitive Theory of Consciousness*, Cambridge University Press, Cambridge 1988, s. 44 (za uprzejmą zgodą)

## Rozdział 1

# Czym jest sztuczna inteligencja?

Sztuczna inteligencja (AI, ang. *artificial intelligence*) usiłuje sprawić, by komputery wykonywały te same czynności, które wykonują umysły.

Niektóre z tych czynności (np. rozumowanie) zazwyczaj są opisywane jako „inteligentne”. Inne (np. widzenie) nie. Ale wszystkie wymagają umiejętności psychologicznych – takich jak percepcja, kojarzenie, przewidywanie, planowanie, kontrola motoryczna – które umożliwiają ludziom i zwierzętom realizowanie ich celów.

Inteligencja nie jest jednowymiarowa, lecz stanowi bogato ustrukturowaną przestrzeń różnorodnych zdolności przetwarzania informacji. Stosownie do tego sztuczna inteligencja wykorzystuje wiele różnych technik, realizując wiele różnych zadań.

I jest wszędzie.

Praktyczne zastosowania sztucznej inteligencji można znaleźć w domu, samochodzie (i samochodzie autonomicznym), biurze, szpitalu, na niebie... i w Internecie, w tym w Internecie Rzeczy (IoT, ang. *Internet of Things*) (który łączy w sieć coraz liczniejsze czujniki fizyczne w naszych gadżetach, ubraniach i w naszym otoczeniu). Część z nich znajduje się poza naszą planetą, np. roboty wysłane na Księżyc i na Marsa czy satelity krążące w przestrzeni kosmicznej. Hollywoodzkie animacje, gry wideo i gry komputerowe, systemy nawigacji satelitarnej czy wyszukiwarka Google – wszystko to opiera się na technikach sztucznej inteligencji. Podobnie jak systemy wykorzystywane przez finansistów do przewidywania ruchów na giełdzie i przez rządy

państw narodowych do wdrażania decyzji politycznych dotyczących zdrowia i transportu, podobnie jak aplikacje w komórkach. Dodajcie do tego awatary w rzeczywistości wirtualnej i raczkujące modele emocji, opracowywane dla robotów „do towarzystwa”. Nawet galerie sztuki wykorzystują sztuczną inteligencję – na swoich stronach internetowych oraz podczas wystaw sztuki komputerowej. Z mniej przyjemnych rzeczy trzeba wspomnieć o dronach wojskowych, które są wykorzystywane na dzisiejszych polach walki – na szczęście są tam też robotyaperskie.

Sztuczna inteligencja ma dwa główne cele. Pierwszy ma charakter *technologiczny* – sprawienie, by komputery robiły pożyteczne rzeczy (często przy wykorzystaniu metod mających *niewiele* wspólnego z działaniem umysłów). Drugi ma charakter  *naukowy* – polega na wykorzystaniu pojęć i modeli sztucznej inteligencji w taki sposób, by pomogły one odpowiedzieć na pytania dotyczące ludzi i innych żywych istot. Większość ludzi pracujących przy sztucznej inteligencji koncentruje się na jednym z tych aspektów, ale niektórzy zajmują się oboma.

Poza dostarczaniem niezliczonych gadżetów technologicznych sztuczna inteligencja wywarła głęboki wpływ na nauki o życiu. Komputerowy model teorii naukowej jest testem jej jasności i spójności oraz przekonującą demonstracją jej – często nieznaną – implikacji. Inną sprawą jest to, czy teoria jest *prawdziwa* – zależy to bowiem od dowodów pochodzących z rozważanej dziedziny. Ale już samo odkrycie, że teoria jest fałszywa, może być pouczające.

Sztuczna inteligencja umożliwiła, zwłaszcza psychologom i neuronaukowcom<sup>1</sup>, opracowanie mocnych teorii umysłu-mózgu. Obejmują one modele tego, *jak działa mózg fizyczny* i – a jest to odmienna, ale równie ważna kwestia – tego, *co właściwie mózg robi*: na jakie obliczeniowe (psychologiczne) pytania odpowiada i jakiego rodzaju procesy przetwarzania informacji mu to umożliwiają. Wiele pytań pozostaje bez od-

---

<sup>1</sup> Do tej pory mówiło się raczej „neurobiolog”, ale kalka językowa z ang. *neuroscientist* staje się ostatnio tak popularna, że termin „neuronaukowiec” zaczyna być postrzegany jako naturalny [przyj. red.].

powiedzi, ponieważ sama sztuczna inteligencja nauczyła nas, że nasze umysły są o wiele bardziej skomplikowane, niż sądzili wcześniej psychologowie.

Także biologowie korzystają ze sztucznej inteligencji – pod postacią „sztucznego życia” (*A-life*), czyli opracowywania modeli komputerowych dotyczących różnych aspektów istot żywych. Pomaga im to wyjaśnić różne typy zachowania zwierząt, rozwój form organicznych, ewolucję biologiczną i naturę samego życia.

Sztuczna inteligencja ma wpływ nie tylko na nauki o życiu, lecz także na filozofię. Wielu współczesnych filozofów opiera swoje ujęcia umysłu na pojęciach sztucznej inteligencji. Wykorzystują je, odnosząc się np. do znanego problemu umysł-ciało, zagadki wolnej woli i wielu tajemnic dotyczących świadomości. Owe idee filozoficzne są jednak wysoce kontrowersyjne. Istnieje też głęboka różnica zdań co do tego, czy jakikolwiek system sztucznej inteligencji może posiadać *prawdziwą* inteligencję, kreatywność czy *prawdziwe* życie.

Wreszcie – a jest to nie mniej ważne – sztuczna inteligencja zakwestionowała nasz sposób myślenia o człowieczeństwie i jego przyszłości. Rzeczywiście, wielu ludzi niepokoi się, czy w ogóle czeka nas jakakolwiek przyszłość, ponieważ przypuszczają, że sztuczna inteligencja przerośnie inteligencję człowieka. Mimo że kilku myślicieli cieszy się na taką perspektywę, większość jest nią przerażona: co się stanie, pytają, z ludzką godnością i odpowiedzialnością?

Wszystkie te kwestie omówię w kolejnych rozdziałach.

## Maszyny wirtualne

Ktoś mógłby powiedzieć, że „myśleć o sztucznej inteligencji, to myśleć o komputerach”. Cóż – i tak, i nie. Nie chodzi o komputery jako takie. Chodzi o to, co *robią*. Innymi słowy, chociaż sztuczna inteligencja potrzebuje maszyn *fizycznych* (czyli komputerów), to najlepiej jest myśleć o niej w kontekście korzystania z tego, co informatycy nazywają maszynami *wirtualnymi*.

Maszyna wirtualna nie jest maszyną przedstawioną w rzeczywistości wirtualnej ani czymś w rodzaju symulacji silnika samochodowego, którą wykorzystuje się do kształcenia mechaników. Maszyna wirtualna jest *emulacją pewnego systemu w celu wykonywania na nim procesów* dokładnie w taki sam sposób, jak w oryginalnym fizycznym systemie.

W ramach analogii pomyślcie o orkiestrze. Instrumenty muszą działać. Drewno, metal, skóra i ketgut muszą podlegać prawom fizyki, jeśli muzyka ma brzmieć tak, jak powinna. Ale publiczność w ogóle o tym nie myśli. Interesuje ją muzyka. Nie interesują jej też pojedyncze nuty, a co dopiero wibracje powietrza, które wytwarzają dźwięk. Słuchają tworzonych przez nuty muzycznych „kształtów”: melodii i harmonii, motywów przewodnich i wariacji, legato i synkop.

Ze sztuczną inteligencją jest podobnie. Przykładowo, o edytorze tekstu jego projektant myśli jako o czymś, co bezpośrednio zajmuje się słowami i akapitami, tak też doświadczają go użytkownicy. Jednak sam program zazwyczaj nie zawiera ani jednych, ani drugich. (Niektóre zawierają np. informacje o prawach autorskich, które użytkownik z łatwością może wstawić). O sieci neuronowej (zob. rozdział 4) myśli się jako o czymś, co przetwarza informacje *równoległe*, mimo że jest ona zazwyczaj zaimplementowana w (sekwencyjnym) komputerze o architekturze von Neumanna.

Nie chodzi o to, że maszyna wirtualna jest tylko poręczną fikcją, tworem naszej wyobraźni. Maszyny wirtualne są rzeczywistymi bytami. Potrafią sprawić, by coś się stało zarówno wewnątrz systemu, jak i (jeśli połączone są z urządzeniami takimi jak kamery czy dłonie robotów) w świecie zewnętrznym. Ludzie pracujący przy sztucznej inteligencji, usiłując odkryć, co jest nie tak, gdy program robi coś nieoczekiwanego, rzadko biorą pod uwagę wady sprzętu (*hardware*). Zazwyczaj interesują ich zdarzenia i interakcje przyczynowe w maszynie *wirtualnej*, czyli oprogramowaniu (*software*).

Także języki programowania są<sup>2</sup> maszynami wirtualnymi (których instrukcje należy przełożyć na język maszyno-

---

<sup>2</sup> Mogą być postrzegane jako maszyny wirtualne [przyp. red.].

wy, zanim się je uruchomi). Niektóre definiowane są w kategoriach języków programowania niższego poziomu, tak więc przekształcenia należy dokonać na kilku poziomach. Są one potrzebne, ponieważ większość ludzi nie jest w stanie myśleć o przetwarzaniu informacji na poziomie wzorców bitowych wykorzystywanych w języku maszynowym – nikt nie jest w stanie myśleć o złożonych procesach na tak wielkim poziomie szczegółowości.

Nie dotyczy to tylko języków programowania. Maszyny wirtualne generalnie składają się ze wzorców działania (przetwarzania informacji), które istnieją na różnych poziomach. Co więcej, nie dotyczy to wyłącznie maszyn wirtualnych uruchamianych na komputerach. Jak zobaczymy w rozdziale 6, także *ludzki umysł* można rozumieć jako maszynę wirtualną – czy raczej jako zbiór wchodzących ze sobą we wzajemne relacje maszyn wirtualnych, działających równolegle (i rozwijanych czy wykształczanych w różnym czasie) – zaimplementowaną w mózgu.

Postęp w sztucznej inteligencji wymaga postępu w definiowaniu interesujących/użytecznych maszyn wirtualnych. *Fizycznie* potężniejsze komputery (większe, szybsze) to jedna kwestia. Mogą one nawet być konieczne, aby zostały zaimplementowane pewne rodzaje maszyn wirtualnych. Ale nie da się ich wykorzystywać dopóty, dopóki nie da się na nich uruchomić *informacyjnie* potężnych maszyn wirtualnych. (Analogicznie, postęp w neuronauce wymaga lepszego zrozumienia tego, jakie *psychologiczne* maszyny wirtualne zostają zaimplementowane przez fizyczne neurony; zob. rozdział 7).

Używa się różnych rodzajów informacji na temat świata zewnętrznego. Każdy system sztucznej inteligencji potrzebuje urządzeń wejścia i wyjścia, choćby klawiatury i ekranu. Często są to także służące specjalnym celom czujniki (np. kamery czy włoski czuciowe, wrażliwe na zmiany ciśnienia) i/lub efekторы (np. syntezatory dźwięku dla muzyki czy mowy albo dłonie robotów). Program sztucznej inteligencji łączy się z tymi interfejsami komputer – świat (powoduje w nich zmianę), jak również wewnętrznie przetwarza informacje.

Przetwarzanie przez sztuczną inteligencję zazwyczaj obejmuje *wewnętrzne* urządzenia wejścia i wyjścia, które umożliwiają wzajemną interakcję różnym maszynom wirtualnym wewnątrz jednego systemu. Na przykład jeden fragment programu szachowego może wykryć potencjalne zagrożenie, zauważając coś, co dzieje się w innym fragmencie i skontaktować się z jeszcze innym, aby odnaleźć blokujący ruch.

## Główne rodzaje sztucznej inteligencji

Sposób przetwarzania informacji zależy od tego, o jakiej maszynie wirtualnej mówimy. Jak zobaczymy w kolejnych rozdziałach, istnieje pięć głównych rodzajów sztucznej inteligencji, a każdy z nich ma wiele odmian. Pierwszym jest klasyczna czy symboliczna sztuczna inteligencja, czasami nazywana GOFAI (ang. *good old-fashioned AI* – stara dobra sztuczna inteligencja). Kolejnym są sztuczne sieci neuronowe, czyli koneksjonizm. Pozostałe to: programowanie ewolucyjne, automaty komórkowe i systemy dynamiczne.

Poszczególne badacze często korzystają tylko z jednej metody, ale istnieją także *hybrydowe* maszyny wirtualne. W rozdziale 4 wspomnę np. teorię ludzkiego działania, która nieustannie przełącza się między przetwarzaniem symbolicznym a koneksjonistycznym. (Tłumaczy to, dlaczego i w jaki sposób coś niezwiązanego z wykonywanym w danym środowisku zadaniem może nas od wykonywania tego zadania odciągnąć). Z kolei w rozdziale 5 opiszemy urządzenie sensomotoryczne, które łączy „osadzoną” robotykę<sup>3</sup>, sieci neuronowe i programowanie ewolucyjne. (Urządzenie to pomaga robotowi znaleźć drogę do „domu”, wykorzystując kartonowy trójkąt jako punkt orientacyjny).

Poza zastosowaniami praktycznymi podejścia te mogą rzucić nieco światła na umysł, zachowanie i życie. Sieci neuronowe przydają się przy modelowaniu aspektów mózgu i przy rozpo-

---

<sup>3</sup> Zob. przyp. 6.