

## Jeszcze raz o ucieleśnionej sztucznej inteligencji

Vincent C. Müller (red.),

*Fundamental issues of artificial intelligence*, Springer International Publishing AG, 2016, ss. 570.

Do lat 80. dwudziestego wieku w dziedzinie sztucznej inteligencji (SI) przeważała perspektywa GO-FAI – *Good Old-Fashioned Artificial Intelligence*. Przyjmowała ona założenia klasycznego funkcjonalizmu, zakładając, że stany mentalne są identyczne ze stanami fizycznymi umysłu. Poznanie było postrzegane jako procesy obliczeniowe, w trakcie których powstaje reprezentacja symboliczna. Rozwój nauk kognitywnych początkowo sprzyjał tym założeniom, dostarczając hipotez przedstawiających modele umysłu, który zarządza działaniem organizmu

i który może zostać zaimplementowany w sztucznym systemie obliczeniowym. Nauki poznawcze dostarczały wzorów mechanizmów kognitywnych, a inżynieria sztucznej inteligencji wykorzystywała je do budowania sztucznych systemów poznawczych. Nie ulega wątpliwości, że wpływ na skojarzenie tych odmiennych dziedzin nauki miały związane z nimi głębokie filozoficzne fundamenty. Filozoficzne rozważania wywarły wyraźny ślad w badaniach sztucznych systemów, dlatego nie należy zapominać o podstawowych problemach dziedziny SI, które w olbrzymiej mierze zostały wywołane i ukształtowane przez filozofię.

*Fundamental issues of artificial intelligence* pod redakcją Vincenta C. Müllera przedstawia szczegółowy obraz obecnej wiedzy na temat sztucznej inteligencji. Książka powstała jako owocny rezultat drugiej konfe-

rencji „Teoria i filozofia sztucznej inteligencji”, która odbyła się w 2015 roku w Oxfordzie. Publikacja zawiera 33 teksty wybitnych naukowców z całego świata, które są zorganizowane w sekcjach zatytułowanych: „Komputery”, „Informacja”, „Poznanie i rozumowanie”, „Ucieleśnione poznanie” i „Etyka”. Redaktor tomu, Vincent C. Müller, od lat zajmuje się badaniem natury i perspektywami systemów obliczeniowych. Szczególnie zainteresowany jest możliwościami powstania sztucznej inteligencji. Zorganizował wiele ważnych konferencji w tej dziedzinie, w tym wspomnianą konferencję w 2015 roku. Müller publikuje artykuły i jest redaktorem pozycji dotyczących filozofii informatyki, filozofii SI, nauk poznawczych, filozofii języka i dziedzin pokrewnych. Pracuje w Anatolia College i na Uniwersytecie w Oxfordzie.

W książce duży nacisk położono na opis problemów zwią-

zanych z dziedziną nauk kognitywnych, neurofilozofii, filozofii umysłu. W publikacji zbadane zostały warunki i możliwości powstania inteligentnych systemów w oparciu o badania nad inteligencją żywych organizmów, zastosowaniu nauk społecznych w sztucznym zdecentralizowanym systemie, a także poruszono problemy prawne i etyczne. Wśród zagadnień podjętych przez autorów tomu znajdują się rozważania dotyczące robotyki, emulacji i symulacji mózgu, systemów hybrydowych, systemów interaktywnych, systemów wielozadaniowych, kwestie związane z cyborgami i wiele innych. Niełatwym zadaniem byłoby przedstawienie każdego z rozdziałów, który znalazł się w tomie, dlatego niniejszy tekst chciałabym poświęcić wielokrotnie podejmowanemu tam zagadnieniu ucieleśniania sztucznych systemów.

Sztuczna inteligencja przechodzi pewnego rodzaju odrodzenie. Dzieje się tak z powodu zwiększania mocy obliczeniowej i uzyskania wydajniejszych algorytmów. Dużą rolę odgrywa też dostęp do ogromnej ilości danych uzyskanych przez nauki poznawcze. Badanie nad ucieleśnieniem i związek tegoż z procesami poznawczymi wydają się być obecnie kluczem do skonstruowania systemów inteligentnych. Wielu autorów w tomie podkreśla ten problem. W rozdziale *Is there a role for computation in the enactive paradigm?* Carlosa F. Brito i Victora X. Marquesa znajdują się liczne odniesienia do ucieleśnienia inspirowanego pracami Francisco Vareli, który swoje badania poświęcił niemal całkowicie rozważaniom nad istotnością ucieleśnienia organizmów. Celem artykułu jest opisanie naturalnych zjawisk obliczeniowych. Autorzy proponują interpretację oddziaływania

systemu z elementami jego środowiska poprzez adaptacyjne mechanizmy konstruujące poznanie, w miejsce klasycznego modelu komputacyjnego. Ich zdaniem pojęcie obliczeń można zrozumieć dzięki enaktywnemu paradygmatowi, gdzie poznanie i rozwój systemu są możliwe dzięki gromadzeniu doświadczeń, zachodzącym bez udziału szeroko rozumianej świadomości. W swoim artykule Brito i Marques podejmują interesującą próbę stworzenia definicji przetwarzania informacji w dynamicznym, ewoluującym procesie fizycznym.

David Leslie w *Machine intelligence and the ethical grammar of computability* dowodzi, że obecne rozumienie obliczeniowości musi zakładać istnienie konkretnych operacji ucieleśnionych w procesach myślenia. Opisuje to poprzez przykłady zastosowania podstawowych reguł do ciągów rozpoznawalnych symboli.

Co ciekawe, Leslie twierdzi, że metody obliczeniowe mogą zostać uchwycone wyłącznie za pomocą dostępnych zasobów umysłowych wspólnych wszystkim ludziom i są zawężone do granic wyznaczonych przez ludzkie możliwości fizyczne.

Bardzo interesujący tekst został zaprezentowany przez Gordanę Dodig-Crnkovic. W *Information, computation, cognition. agency-based hierarchies of levels* autorka łączy informację z obliczeniami i poznaniem poprzez koncepcję czynników pojawiających się na różnych poziomach organizacji układów fizycznych, chemicznych i poznawczych. W swoim artykule Dodig-Crnkovic twierdzi, że w żywych organizmach informacja, obliczenia i poznanie są uogólniane w celu uzyskania struktury informacyjnej. Również środowisko może być postrzegane jako struktura informa-

cyjna z dynamiką obliczeniową. Według autorki w strukturze tej niezbędny jest działający podmiot, który posiada umiejętność aktualizowania dostępnych informacji na temat świata. Dodig-Crnkovic powołuje się na definicje Batesona i Hewitta, pisząc, że „informacja jest różnicą w jednym systemie fizycznym, która czyni różnicę w innym systemie fizycznym”. Argumenty autorki prowadzą do ustalenia wspólnych ram koncepcyjnych dla wielu dziedzin: obliczeń, teorii informacji, działania i poznania, biologii i robotyki. W tekście przedstawiona została propozycja stworzenia modelu obliczeniowego świata fizycznego, w którym na różnych poziomach organizacji nieustająco trwa przetwarzanie informacji.

W rozdziale *From simple machines to eureka in four not-so-easy steps: towards creative visuospatial intelligence* autor-

stwa Any-Marii Oltețeanu przedstawiony został sposób, w jaki mechanizmy poznawcze oparte na przetwarzaniu danych przestrzenno-wizualnych mogą być wdrażane w sztucznych systemach. Autorka przedstawia sposoby integracji zdolności kognitywnych w celu osiągnięcia wyższych umiejętności kreatywnego rozwiązywania problemów i wnioskowania. Mimo że Oltețeanu nie stawia sobie za cel opisywania problemu ucieleśnienia rozwiązywania problemów, bardzo mocno podkreśla, że rozwiązywanie problemów powinno mieć zawsze miejsce w odniesieniu do zjawisk fenomenologicznych, dostępnych dzięki usytuowaniu w środowisku.

Gualtiero Piccini jest kolejnym autorem podkreślającym istotność ucieleśnienia sztucznych systemów. W tekście *The computational theory of cognition* rozważa założenia przyjmo-

wane w badaniach nad świadomością maszyn. Autor zastanawia się, czy wyjaśniania różnych funkcji umysłu w sposób mechanistyczny, jako obliczenia, które są realizowane w mózgu biologicznych organizmów, jest empirycznie testowalne. Zwraca uwagę, że przyjęcie *a priori* obliczeniowej teorii poznania prowadzi do założenia, że procesy neuronowe są obliczeniami i tym samym wymusza przyjęcie niedowodzonych hipotez. Zdaniem autora zdolności poznawcze muszą być wyjaśniane przez przetwarzanie informacji przez neurony, co prowadzi do nieco odmiennych interpretacji. Piccini twierdzi, że należy przede wszystkim skupić się na stanie systemu i jego otoczenia, gdy ten prawidłowo zbiera i przenosi informacje. Szczególnie ważną rolę odgrywa tu sprzężenie zwrotne, uwzględniające istnienie zmiennych, które wpływają na stan

umiejętności poznawczych każdego układu. Mechanistyczne wyjaśnienie w neuronaukach różni się od mechanistycznego wyjaśnienia w obliczeniowej teorii poznania, ze względu na wiele szczególnych funkcji, które wykonuje system nerwowy.

W rozdziale *Toward a theory of intelligent complex systems: from symbolic AI to embodied and evolutionary AI* Klaus Mainzer przedstawia teorię inteligentnych złożonych systemów. Zastanawia się nad problemem inteligencji jako takiej, zauważając, że ludzka inteligencja jest postrzegana jako wyjątkowy zestaw umiejętności rozwiązywania problemów, który wyewoluował w czasie ewolucji biologicznej. W bardzo interesujący sposób pokazuje, że w ucieleśnionej sztucznej inteligencji i robotyce pojawienie się inteligencji jest wynikiem zachowania fizycznego systemu i jego in-

terakcji ze środowiskiem. To, co wydaje się jeszcze bardziej atrakcyjne w tekście Maiznera, to jego przekonanie, że inteligencja nie jest zarezerwowana dla żywych organizmów, ich mózgów i umysłów. Autor przekonuje, że sieci komputerowe ewoluują wraz z infrastrukturą techniczną i społeczną, kreując inteligentną działalność systemów cybernetyczno-fizycznych.

Kolejny tekst, przedstawiony przez Marka H. Bickharda, *The Anticipatory brain: two approaches* prezentuje dwa podejścia do funkcjonowania mózgu: „*Predictive Brain*” oraz „*Interactivist*”. Autor wskazuje, że niezależnie od sposobu opisu działania, obydwa muszą brać pod uwagę, że najważniejsze umiejętności są w pewien sposób wkomponowane w organizację całego organizmu, a nie tylko w budowę mózgu. Bickhard w swoim tekście dowodzi między innymi, że

taka perspektywa musi stać się oczywistym sposobem wyjaśniania organizacji i uporządkowania pracy mózgu.

*General homeostasis, passive life, and the challenge to autonomy* Stefano Franchiego podejmuje nietrywialny temat homeostazy i utrzymania autonomii. To jedyny tekst w tomie poświęcony temu zagadnieniu. Według Franchiego podstawowe pojmowanie autonomii i heteronomii oraz ich zrównanie z innymi ważnymi pojęciami, jak ciało i umysł, zwierzę i człowiek, emocje i rozum, itp., mają kluczowe znaczenie dla zrozumienia istot żywych oraz w projektowaniu sztucznych systemów.

W rozdziale *Explaining everything* David Davenport podjął się polemiki z angielskim fizykiem Davidem Deutschem, który kwestionował jakiegokolwiek osiągnięcia sztucznej inteligencji. Davenport wskazuje, powstanie sztucznej inteligencji jest

możliwe dzięki uniwersalności obliczeń. Autor twierdzi, że problem niemożności przedstawienia komputerowej teorii wyjaśnienia wszystkiego (opisującej wszystkie zjawiska i przewidującej wyniki dowolnych doświadczeń dzięki nieskończonym możliwościom obliczeniowym komputera) jest ucieleśnienie, osadzenie i usytuowane podejście do poznania żywych organizmów. Uniwersalne urządzenie komputerowe musiałoby mieć taki system kontroli, który może wystąpić całkowicie tylko w ciele i w interakcji ze środowiskiem.

W książce pojawił się też inny wart uwagi artykuł: *The seminal speculation of a precursor: elements of embodied cognition and situated AI in Alan Turing* autorstwa Massimiliano L. Cappuccio. Autor poświęca swój tekst wkładowi Alana Turinga do nauk kognitywnych. Cappuccio przeciwstawia się przekonaniu, że

prace Turinga przedstawiają wyłącznie symboliczne podejścia do poznania i poszukują jedynie podejścia, które mogłyby pomóc zaimplementować działanie żywego umysłu w sztucznym systemie. Autor wskazuje, że w tekstach Turinga znajduje się wiele odniesień do interakcji aktywnego podmiotu i jego środowiska. Znajduje w tekstach prekursora informatyki nawiązania do istotności ucieleśnienia, które powoduje, że podmiot poznania rzeczywiście się uczy. Według Cappuccio, Turing zauważał, że działanie pierwotnych bodźców ciała daje nam wstępne warunki dla poznania. Uważał jednak taki model za zbyt prymitywny, dlatego nie docenił roli odgrywanej przez ciało. Autor tekstu przedstawia nową perspektywę odczytywania tekstów Turinga, dla którego inteligencja była realizowana jako zdekontekstualizowana treść, którą można odłączyć

i przekazać niezależnie od sposobu jej fizycznej implementacji.

W publikacji nie zabrakło też wkładu polskich naukowców. Rozdział *Computation and multiple realizability* został napisany przez Marcina Miłkowskiego i chociaż nie traktuje o ucieleśnionych systemach inteligentnych, warto poświęcić mu nieco uwagi. Miłkowski przedstawia sposoby, w jaki mentalne właściwości, stany lub zdarzenia mogą być realizowane przez różne właściwości fizyczne. Jest to szczególnie istotne, gdy staramy się pojąć naturę systemów obliczeniowych. Autor twierdzi, że obliczenia nie mogą zostać sprowadzone do właściwości fizycznych. Jego zdaniem podstawa fizyczna systemu jest przyczynowo istotna i wpływa na tworzenie modeli obliczeniowych, które muszą zawierać użyteczne i określone informacje. Powrót do tej idei to bardzo ciekawy pomysł, a hipo-



tezy Miłkowskiego stawiają tytułowy problem w nowym świetle.

Opisywane w książce rozważania i badania dotyczące dziedziny sztucznej inteligencji, robotyki i nauki kognitywnej wykazują, że inteligencja wymaga ciała i nie może być zrozumiana tylko na poziomie algorytmów. Autorzy tego tomu, niezależnie od specjalizacji i odmienności swoich badań, zgodnie twierdzą, że zamiast skupiać się tylko na podłożu nerwowym (jak to ma miejsce w komputacjonizmie), należy skierować uwagę w stronę kompletnego organizmu, który obejmuje morfologię (kształt, rozkład i charakterystykę fizyczną czujników i silników, kończyn itd.) i budulec. Ważnym aspektem na nowo odkrywanych zagadnień badawczych jest zrozumienie pewnej „ekologicznej” równowagi, czyli związku morfologii, budulca i umysłu. Z artykułów bezsprzecznie wynika, że te kwestie odgry-

wają zasadniczą rolę w rozwoju inteligencji każdego systemu.

Książka przeznaczona jest przede wszystkim dla osób, które zajmują się teoretycznymi aspektami zagadnień sztucznej inteligencji. Wydaje się jednak, że mogłaby stać się pouczającą lekturą także dla inżynierów i konstruktorów sztucznych systemów, którzy dzięki niej poznaliby, jakie filozoficzne założenia znajdują się w podstawach rozwoju informatyki. W kilku tekstach duży nacisk położono na etykę rozwoju inteligentnych systemów, co jest szczególnie aktualne i ważne w czasie konstruowania autonomicznych maszyn. W książce starano się uwzględnić podstawowe problemy sztucznej inteligencji oraz przedstawić obszary, w których może zostać użyta. Dodatkowo, w tomie zaprezentowano wiele nowych i interesujących badań, więc każdy zainteresowany problemami

sztucznej inteligencji odnajdzie w niej wiele atrakcyjnych materiałów. Większość artykułów może służyć jako dobre źródło informacji o aktualnych problemach SI. Dla studentów lektura recenzowanego tomu może stać się źródłem nie tylko informacji, lecz także inspiracji i nowych pomysłów. W mojej opinii w tomie zabrakło jedynie tekstu

poświęconego autonomii sztucznych systemów. Ten brak jest zaskakujący, jeśli weźmiemy pod uwagę aktualność badań nad samodzielnymi maszynami. Mimo tego, bardzo polecam tę książkę zarówno czytelnikom należącym do środowiska akademickiego, jak i tym, którzy interesują się nauką i technologią.

*Anna Sarosiek*