Filozofia Nauki
Rok IX, 2001, Nr 3(35)

Paweł Stacewicz

Dwa nurty rozwojowe sztucznej inteligencji

1. WSTĘP

W ostatnich latach badania w dziedzinie sztucznej inteligencji[1] przykuwają coraz większą uwagę filozofów. Powstaje sporo tekstów, których autorzy starają się wskazać na ograniczenia i perspektywy tej dziedziny oraz zbadać jej implikacje filozoficzne. Niniejszy artykuł wpisuje się w ten nurt.

Z jednej strony można go traktować jako zwięzłe wprowadzenie w problematykę nowej, dynamicznie rozwijającej się gałęzi informatyki. Z drugiej strony przedstawiono w nim pewną propozycję podziału jej badań na dwa nurty: badania odwołujące się do metod i narzędzi logiki oraz badania nawiązujące raczej do obserwacji biologicznych i psychologicznych. Jednym z celów autora jest zwrócenie uwagi na szeroki zakres drugiego nurtu, którego ignorowanie prowadzi często do zbyt daleko idących krytyk sztucznej inteligencji.

Ze względu na poglądowy i przeglądowy charakter artykułu zrezygnowano z umieszczania w nim przypisów do odpowiedniej literatury. Czytelnik zainteresowany omawianą tematyką może skorzystać z pozycji zestawionych na końcu tekstu.

---

[1] Sama nazwa dziedziny, sztuczna inteligencja, jest bezpośrednim tłumaczeniem angielskiego określenia *artificial inteligence*. Ponieważ nazwa ta odnosi się raczej do celu prowadzonych badań, a nie ich zakresu, bardziej zasadne wydają się określenia typu „badania nad sztuczną inteligencją" czy „modelowanie sztucznej inteligencji". Ze względu jednak na upowszechnienie się zwrotu „sztuczna inteligencja" wśród informatyków, pozostaniemy przy nim i w tym tekście.

2. PRAKTYKA BADAWCZA I MITY

Uczciwość filozofa oceniającego i wykorzystującego dorobek sztucznej inteligencji wymaga starannego rozróżnienia między rzeczywistą praktyką badawczą a towarzyszącą jej mitologią. Mity są przydatne, zwłaszcza jeśli chodzi o stawianie hipotez czy wyznaczanie nowych kierunków badań, niemniej jednak nie mogą przesłaniać faktów.

Zacznijmy zatem od opisu stanu faktycznego. Przypomnijmy, że sztuczna inteligencja stanowi dzisiaj wyspecjalizowaną gałąź informatyki o swoistych problemach i ugruntowanych metodach. Zajmuje się mianowicie tworzeniem i badaniem systemów komputerowych, które byłyby zdolne rozwiązywać problemy wymagające inteligencji.[2] Z określeniem tym współbrzmi klasyczna już opinia nestora badań nad systemami inteligentnymi, Marvina Minsky'ego: *„Sztuczna inteligencja jest to nauka o maszynach realizujących zadania, które wymagają inteligencji wtedy, gdy są wykonywane przez ludzi"*. Obok modelowania intelektu jednym z naczelnych zadań omawianej dziedziny pozostaje ułatwianie komunikacji między komputerami a ludźmi. W najdalszej perspektywie dąży się do tego, aby komputery stały się nie tylko maszynami do wykonywania poleceń, ale aktywnymi i twórczymi partnerami człowieka.

Prowadzone badania mają charakter wielopoziomowy: obejmują po pierwsze pewne teorie matematyczne (na przykład teorię zbiorów przybliżonych czy teorię zbiorów rozmytych), po drugie narzędzia do przetwarzania informacji (na przykład systemy ekspertowe czy sieci neuronowe), po trzecie analizy konkretnych algorytmów (na przykład algorytmów przeszukiwania grafów). Warto wiedzieć, że bezpośrednią poprzedniczką tego rodzaju poszukiwań była cybernetyka. Owa pierwsza nauka o systemach przetwarzających informacje miała jednak orientację zdecydowanie sprzętową, sztuczna inteligencja oderwała się od niej i usamodzielniła wskutek upowszechnienia się komputerów cyfrowych i rozwoju technik programowania.

Ze zrozumiałych względów badaniom nad maszynami i programami „inteligentnymi" od zawsze towarzyszyły mity, a wraz z nimi wygórowane oczekiwania. Ich źródła mają charakter przednaukowy i życzeniowy. Zdają się tkwić w odwiecznym marzeniu człowieka o stworzeniu istot myślących, które byłyby mu posłuszne, a jednocześnie przewyższałyby go pod względem fizycznym i intelektualnym. Dawniej marzenie to znajdowało swój wyraz w baśniach i wyobrażeniach religijnych, dzisiaj o jego żywotności świadczy najlepiej popularność książek i filmów z gatunku science fiction. Szczególnie sugestywny gatunek mitów przynależy do filozofii. Oto niektórzy filozofowie pragną wykorzystać badania informatyków do ostatecznego rozwiązania tradycyjnych i wielkich problemów własnej dziedziny. Należą do nich: struktura

---

[2] Zauważmy, że wraz z upływem czasu zmienia się pojęcie zadań wymagających inteligencji, a więc i celów sztucznej inteligencji. Jeszcze kilkanaście lat temu prowadzenie rachunkowości czy projektowanie inżynierskie uznawano za zajęcia trudne i twórcze, tymczasem dzisiaj istnieją tysiące programów służących do ich automatyzacji lub usprawniania.

umysłu, wkład poszczególnych władz poznawczych w proces poznania, natura świadomości.[3]

3. PROBLEMATYKA SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

Aby uzmysłowić sobie rzeczywisty zakres badań sztucznej inteligencji, warto odpowiedzieć na następujące pytanie: jakie zadania powinny wykonywać maszyny uznawane za inteligentne? Jeśli pominąć kontrowersyjne kwestie świadomości czy intuicji, to wydaje się, iż od automatów takich należałoby wymagać co najmniej trzech rzeczy. Po pierwsze, powinny one podejmować szybkie i trafne decyzje; w zależności od sytuacji decyzje te mogłyby prowadzić do rozwiązań przedstawianych im problemów lub pożądanych zachowań. Po drugie, powinny się uczyć czyli rozszerzać zakres swoich kompetencji i doskonalić stosowane metody podejmowania decyzji. Po trzecie, powinny swobodnie się z nami porozumiewać, między innymi udzielać zrozumiałych wyjaśnień, odpowiadać na pytania, uczestniczyć w dyskusji.

Trzy powyższe wymagania można uznać za klucz do podziału problemów sztucznej inteligencji na trzy główne obszary. Są to: PODEJMOWANIE DECYZJI, AUTOMATYCZNE UCZENIE SIĘ I KOMUNIKACJA MIĘDZY KOMPUTERAMI A LUDŹMI. Poniżej przyjrzymy się im w sposób nieco bardziej techniczny.

PODEJMOWANIE DECYZJI. Mimo wielu związków łączących problemy podejmowania decyzji i problemy uczenia się, między obszarami tymi istnieje wyraźna różnica. Otóż przez uczenie się rozumie się wszelkie procesy, które zmierzają do zdobywania i rozszerzania wiedzy, niezależnie od tego, czy odbywają się one równolegle z wnioskowaniem, czy poprzedzają je. Przy takim podejściu problematyka podejmowania decyzji ogranicza się do badania różnych metod stosowania zdobytej wiedzy do aktualnych danych. Napotykane trudności mają charakter techniczny, a dotyczą między innymi następujących pytań: jakiej metody wywodu użyć, w jaki sposób ją zautomatyzować, jak zrobić to najbardziej efektywnie?

Stosunkowo najwięcej badań prowadzi się w ramach logiki. Wynika to z faktu, iż większość konstruowanych systemów przetwarza informacje na zasadzie konsekwentnego stosowania ściśle określonych reguł rozumianych jako wiedza systemu. Trzon badań skupia się wokół metod reprezentacji wiedzy oraz automatyzacji wnioskowań w różnych systemach logicznych. Ponieważ wnioskowania nieklasyczne — wielowartościowe, modalne czy rozmyte — zawsze należy odnosić do „języka wewnętrznego" komputera, a ten w większości wypadków jest oparty na logice dwuwartościowej, do typowych zagadnień podejmowania decyzji należą badania nad realizacją wnioskowań nieklasycznych za pomocą logiki dwuwartościowej oraz poszu-

[3] Dodajmy jeszcze, że wielu zagorzałych krytyków sztucznej inteligencji ulega mitom w sposób pośredni. Wskazując na niemożność rozwiązania przez sztuczną inteligencję wspomnianych problemów, pomniejszają przesadnie znaczenie jej badań i powątpiewają w ich przyszłość.

kiwania efektywnych metod automatyzacji wnioskowania w tej logice (np. automatyzacja reguły odrywania lub zasady rezolucji).

Inny znaczący obszar badawczy obejmuje metody inteligentnego wyszukiwania informacji w bazach wiedzy oraz metody przeszukiwania heurystycznego. Strategie drugiego typu stosuje się w bardzo złożonych sytuacjach decyzyjnych, kiedy nie jest możliwe wyznaczenie dokładnego rozwiązania pewnego problemu (np. system wnioskujący ma zbyt mało czasu lub zbyt mało danych). Mimo to daje się wyznaczać różne łańcuchy operacji wiodących do rozwiązań mniej lub bardziej optymalnych. Wybierając jedno z takich rozwiązań postępuje się heurystycznie, to znaczy łańcuchy wspomnianych operacji generuje się, przegląda i ocenia w sposób, który w wielu sytuacjach się sprawdza, chociaż nie jest niezawodny.

O pewnej heurystyce podejmowania decyzji można mówić także w przypadku systemów niealgorytmicznych (czy też nie realizujących określonych z góry instrukcji). Należą do nich sztuczne sieci neuronowe i algorytmy genetyczne. W przypadku układów takich podejmowane decyzje zależą istotnie od przeprowadzonego wcześniej procesu uczenia.

AUTOMATYCZNE UCZENIE SIĘ. Uczenie się maszyn to dziedzina stosunkowo młoda, a to powoduje, że brak w niej ogólnie przyjętej klasyfikacji badań. Dla potrzeb niniejszego artykułu przyjmiemy taki podział problemów uczenia się, który nawiązuje do wskazywanych przez metodologów nauki metod zdobywania wiedzy. Wyróżnimy: 1) uczenie się przez zapamiętywanie (czy też obserwację), 2) uczenie się towarzyszące dedukcji, 3) indukcyjne uczenie się, 4) uczenie się przez analogię 5) aktywne uczenie się — polegające na przykład na eksperymentowaniu i stosowaniu metody hipotetyczno-dedukcyjnej.[4]

Badania osadzone w nurcie 1) trudno przypisać do dziedziny uczenia się maszyn. „Uczenie się przez zapamiętywanie" polega bowiem albo na biernym odbiorze i kodowaniu danych z zewnątrz, albo na programowaniu maszyn przez człowieka — np. opracowywaniu baz danych, programów i strategii przeszukiwań. Tego typu „pozyskiwanie wiedzy" należy do najłatwiejszych — cechuje je bierność, zależność od człowieka i niewielki stopień zautomatyzowania. Z drugiej strony, dzięki trwałym i szybkim pamięciom komputerów, jest niezwykle skuteczne.

W przypadku dedukcji (nurt 2) dominują badania nad automatyzacją wnioskowań. Dedukcyjne reguły wnioskowania są dane (np. reguła odrywania czy zasada rezolucji), należy tylko stosować je umiejętnie do aktualnych danych. Do problemów uczenia się można zaliczyć jedynie: a) zapamiętywanie tych wyników wnioskowania, które okażą się przydatne później, w dalszych krokach; b) doskonalenia heurystyki,

---

[4] Dwie inne, popularne klasyfikacje badań nawiązują do metod reprezentacji wiedzy (wyróżnia się tu uczenie w ramach klauzul logiki predykatów, drzew decyzyjnych, zbiorów reguł, sieci neuropodobnych, itp.) oraz psychologii (tutaj z kolei mówi się o uczeniu przez wzmacnianie, powtarzanie, obserwację, itp.).

tj. metody wyboru odpowiedniej drogi w drzewie wywodu (niekoniecznie gwarantującej rozwiązanie problemu, ale heurystycznie zasadnej).

W odróżnieniu od badań zasygnalizowanych wyżej modelowanie indukcji stanowi krok w kierunku budowy systemów obdarzonych inwencją. W rozumieniu informatyków indukcja przyjmuje pewną szczególną postać, którą można nazwać metodą kompresji wiedzy ukierunkowaną na poprawną klasyfikację odbieranych sygnałów. W trakcie uczenia systemy informatyczne dzielą odbierane sygnały na grupy związane z pożądanymi wynikami przetwarzania, zaś dla każdej grupy tworzą zastępczą, możliwie najbardziej oszczędną reprezentację należących do niej sygnałów. Czynności te polegają na odpowiednich zmianach struktury wewnętrznej systemów. Przykładowo: w sieciach neuronowych neurony dzielą się na grupy uaktywniane w odpowiedzi na konkretne sygnały, przy czym w strukturze połączeń między neuronami grupy zawiera się uogólniona wiedza o pewnym podzbiorze sygnałów. Po zakończeniu uczenia indukcyjnego systemy informatyczne muszą spełniać dwa warunki: po pierwsze reagować poprawnie na wszystkie sygnały prezentowane w trakcie nauki, po drugie odpowiadać w oczekiwany sposób na inne sygnały (w szczególności podobne do prezentowanych). Jako przykładowe badania nurtu indukcyjnego można wymienić: wnioskowanie na postawie przykładów, uogólnianie, generowanie pojęć, minimalizację zbioru reguł wnioskowania.

Mimo przydatności indukcyjnych metod zdobywania wiedzy za najbardziej twórcze należy uznać wszelkie aktywne formy uczenia się, polegające między innymi na samodzielnym eksperymentowaniu, stawianiu nowych hipotez i wynajdywaniu pewnych nieznanych dotychczas prawidłowości. Niestety, praktyczne realizacje tego typu form leżą poza zasięgiem aktualnych badań. Pewnym obiecującym kierunkiem poszukiwań są algorytmy genetyczne.

KOMUNIKACJA MIĘDZY KOMPUTERAMI A LUDŹMI.[5] Problematyka komunikacji ma bardzo duże znaczenie praktyczne, ponieważ to dzięki odpowiednim modułom pośredniczącym między komputerami i użytkownikami z systemów inteligentnych mogą korzystać nie specjaliści. Mimo to jej znaczenie dla modelowania procesów intelektualnych jest często nie zauważane. Aby docenić wagę komunikacji również i pod tym względem, zauważmy że metody uczenia się i wnioskowania są oceniane przeważnie ze względu na efekt końcowy, a nie podobieństwo do procesów typowo ludzkich. Tymczasem jakość komunikacji ocenia się natychmiast — po prostu wiemy, czy komputer rozumie nasz język, postrzega te same obiekty, które my widzimy, wyjaśnia rozwiązywany problem w sposób przekonujący. Można zaryzykować nawet stwierdzenie, że dopiero na styku człowiek-komputer pojawia się autentyczna potrzeba sy-

[5] Właściwie należałoby mówić o komunikacji między komputerami a środowiskiem zewnętrznym (w tym innymi komputerami). Ponieważ jednak najwięcej problemów przysparza efektywne i naturalne porozumiewanie się komputerów z ludźmi, a ostatecznie wszelkie działania maszyn są podporządkowane ludzkim celom, pozostaniemy przy węższym rozumieniu komunikacji.

mulowania ludzkiej inteligencji (przy uczeniu i podejmowaniu decyzji nie trzeba jej symulować, można tworzyć inną inteligencję).[6]

Komunikacja między systemami inteligentnymi a ludźmi musi przebiegać w dwóch kierunkach. Po pierwsze, należy umożliwić takim systemom poprawną interpretację informacji dostarczanych przez użytkownika (dźwiękowych, wizualnych, itp.), po drugie, trzeba wszczepić w nie mechanizmy samodzielnych wypowiedzi — wyjaśniania, zadawania pytań itp. W tym drugim wypadku od komputera wymaga się umiejętności prowadzenia rozumnej i aktywnej konwersacji, a nie tylko udzielania prostych informacji o wykonywanych zadaniach. Typowe obszary badań nad wymienionymi aspektami komunikacji to rozpoznawanie i przetwarzanie obrazów, rozpoznawanie i przetwarzanie dźwięków, przetwarzanie języka naturalnego.

Przy przetwarzaniu informacji dostarczanych przez człowieka nie da się pominąć problemu ich wieloznaczności, niepewności i rozmytości. Na przykład jeśli komputer ma rozpoznawać litery pisane odręcznie, musi uwzględnić fakt, że każdy pisze je trochę inaczej (to samo dotyczy wypowiadanych dźwięków), jeśli ma przypisywać znaczenia do rejestrowanych słów, musi wziąć pod uwagę ich zależność od kontekstu i niejednoznaczność. Z tego względu prowadzi się wiele badań nad modelowaniem i przetwarzaniem informacji niepewnych i niepełnych.

4. LOGICYZM I NATURALIZM

Po męczącym, być może, opisie zagadnień technicznych przejdziemy do meritum artykułu i oświetlimy problemy sztucznej inteligencji z perspektywy nieco bardziej filozoficznej. Wyróżnimy i opiszemy dwa jej nurty rozwojowe: *logicyzm* — obejmujący wszelkie próby opisu procesów intelektualnych w kategoriach logiki i *naturalizm*[7] — mieszczący w sobie wszelkie koncepcje inspirowane obserwacją przyrody, bez przyjmowania apriorycznego założenia o jej zależności od praw logiki.

Kierunek nazwany wyżej logicyzmem przez długie lata stanowił jądro badań sztucznej inteligencji, a jeszcze dzisiaj wielu badaczy uważa go za wiodący. Jego źródła tkwią w sformułowanym na początku XX wieku programie logicyzacji matematyki. Po przeniesieniu na grunt informatyki program ten wyraża się w chęci zaksjomatyzowania lub zalgorytmizowania procesów intelektualnych. Dąży się do tego, aby wszelkie, nawet najbardziej skomplikowane operacje myślowe sprowadzić do

---

[6] Z zagadnieniem tym wiąże się osobny problem filozoficzny: czy można wyobrazić sobie inteligentny komputer o jakimś niezwykle wyrafinowanym języku wewnętrznym, który byłby zupełnie nieprzekładalny na język użytkownika? Użytkownik miałby wówczas wgląd tylko w suche (np. liczbowe) wyniki przetwarzania danych.

[7] Termin naturalizm ma bardzo wiele znaczeń. W tym wypadku wybrano go, aby podkreślić fakt, że pewne badania informatyków odwołują się do naturalnych mechanizmów wnioskowania czy przetwarzania informacji, które już istnieją w przyrodzie. Mechanizmy te opisuje na przykład biologia i psychologia.

pewnej wiedzy podstawowej i uniwersalnych, najlepiej opartych na logice, reguł jej stosowania.

Do pionierskich koncepcji omawianego nurtu należy zaliczyć: koncepcję maszyny Turinga jako najbardziej ogólnego modelu komputera realizującego programy, badania N. Chomskiego nad matematycznym opisem języków naturalnych i sztucznych oraz program Simona dotyczący automatyzacji dowodów matematycznych i utworzenia na tej podstawie maszyny do rozwiązywania problemów ogólnych. Współcześnie idee te rozwinięto w wielu kierunkach,[8] ale co najważniejsze skonstruowano wiele układów do przetwarzania informacji, które działają w oparciu o algorytmy lub zasady logiki. Przeważnie są to programy napisane w algorytmicznych lub deklaratywnych językach programowania, a realizowane na tradycyjnych komputerach. W postaci najbardziej zlogicyzowanej przyjmują postać systemów ekspertowych lub programów napisanych w tzw. językach programowania w logice.

Gdyby chcieć określić zbiór cech wyróżniających systemy tworzone w oparciu o teorie i narzędzia inspirowane logicyzmem, należałoby zwrócić uwagę na cztery własności. Po pierwsze, systemy takie zawierają pewną minimalną wiedzę, która reprezentuje cały zakres rozwiązywanych problemów (w sensie możliwych rozwiązań). Po drugie, operują na symbolach, a ich działanie polega na przetwarzaniu symboli według ściśle określonych reguł. Po trzecie, wykonywane przez nie operacje są przejrzyste — to znaczy daje się wskazać łańcuch działań prowadzących od danych początkowych do wyników. Łańcuch ten stanowi najczęściej ogólnie akceptowane wyjaśnienie rozwiązywanego problemu. Po czwarte, systemy takie nie naśladują rzeczywistości, lecz działają według uniwersalnych, autonomicznych zasad, które można stosować w wielu dziedzinach problemowych.

W opozycji do zreferowanych wyżej koncepcji logicystycznych stoi drugi kierunek rozwojowy sztucznej inteligencji, naturalizm, obejmujący wszelkie badania skupione wokół modelowania i symulacji procesów naturalnych. Jego ideę przewodnią można wyrazić następująco: skoro wszelkie rozumowania i procesy inteligentne już istnieją, odrzućmy aprioryczne założenie o ich pierwotnej zależności od logiki i spróbujmy zrozumieć, jak zachodzą one na poziomie biologicznym. Być może nie istnieje nic ponad poziom biologiczny, żadne uniwersalne zasady logiki, do których dałoby się sprowadzić obserwowaną złożoność i różnorodność świata.

Przez długie lata kierunek naturalistyczny reprezentowały tylko badania w dziedzinie sieci neuronowych, których struktura i zasady działania nawiązywały do właściwości mózgu. Ostatnio jednak pojawiły się nowe koncepcje inspirowane teorią ewolucji, w tym wspomniane wcześniej algorytmy genetyczne. Ponadto, do naturalizmu można zaliczyć także pewne rozszerzenia logiki klasycznej, które mają na celu zbliżenie logiki do naturalnych metod rozumowania, jakimi posługują się ludzie.

---

[8] Najważniejsze z tych kierunków to: zastosowania gramatyk sztucznych języków do rozpoznawania i generowania zdań języka naturalnego, rozwój teorii i praktyki programowania, badania nad automatyzacją wnioskowań opartych na różnych regułach logicznych.

Należą do nich logiki wielowartościowe, niemonotoniczne i przede wszystkim rozmyte (za pomocą zbiorów rozmytych usiłuje się modelować naturalne znaczenia słów).

Oprócz odwoływania się do obserwacji biologicznych naturalizm ma dwie inne cechy charakterystyczne, związane ze sposobem działania konstruowanych systemów sztucznych. Pierwszą z nich jest ogólne założenie, że procesy intelektualne można symulować bez ich znajomości w sensie algorytmu (czyli logiki, wynikania). Oparte na tym założeniu systemy sztuczne przypominałyby czarne skrzynki, które zamieniają pewne dane wejściowe na gotowe wyniki — wykonywane w tym celu operacje wewnętrzne nie miałyby siły wyjaśniającej, mogłyby nawet być niezdeterminowane.

Druga cecha szczególna postuluje nierozdzielność aktów decyzyjnych od wcześniejszej interakcji ze światem zewnętrznym, czyli procesu uczenia. Tworzone systemy miałyby zachowywać się inteligentnie tylko dlatego, że wcześniej nabyły niezbędne doświadczenia, na przykład dostosowały swój sposób działania do stawianych przed nimi celów. Proces nabywania umiejętności działań inteligentnych nie byłby przesądzony z góry, ale w przypadku każdego systemu realizowałby się odmiennie (chociaż według tych samych zasad ogólnych). Stanowiłoby to o jego niepowtarzalności.

Rozwiązania inspirowane naturalizmem wchodzą w skład wielu tworzonych współcześnie systemów informatycznych. Mimo, że zwykle stanowią one uzupełnienie dobrze ugruntowanych metod logicznych i algorytmicznych, coraz chętniej używa się systemów czysto naturalistycznych. Najczęściej są to różnego rodzaju, wielofunkcyjne sieci neuronowe.

Dla zachowania symetrii z opisem systemów inspirowanych logiką wymieńmy najważniejsze własności systemów opartych na mechanizmach naturalnych.[9] Po pierwsze, zapisana w nich wiedza ma postać czysto funkcjonalną (użyteczną przy podejmowaniu decyzji), a niezrozumiałą z punktu widzenia zależności między rzeczywistymi obiektami. Po drugie, wyraża się ona w całościowej strukturze systemu, którą można traktować jako odbicie rzeczywistości. Nie można zatem mówić o wiedzy minimalnej czy zredukowanej, ale o pewnym odwzorowaniu rzeczywistości w strukturę systemu. Po trzecie, wiedza ta kształtuje się w trakcie procesu uczenia; a jej jakość i użyteczność zależą od przebiegu tego procesu. Po czwarte, system nie operuje na symbolach, lecz zmienia swoją strukturę wewnętrzną dotąd, aż osiągnie stan tożsamy z decyzją (interpretowany jako decyzja).

Podkreślmy jeszcze raz, że podstawowa różnica między logicyzmem i naturalizmem (a zatem i między tworzonymi w ich ramach systemami informatycznymi) tkwi w podejściu do logiki. Według logicystów wystarczającą podstawą do modelowania i symulacji aktów ludzkiego myślenia jest opis wiedzy i reguł jej stosowania w kate-

[9] Własności te przysługują głównie systemom opartym na sieciach neuronowych oraz pewnych zawansowanych algorytmach genetycznych z modelowaniem gatunków (systemy drugiego rodzaju są jak na razie badane teoretycznie).

goriach logiki. Według naturalistów natomiast punktem wyjścia myśli jest interakcja ze światem zewnętrznym i adaptacja umysłu (najpewniej struktury wewnętrznej umysłu) do jego potrzeb. Logika stanowi co najwyżej użyteczne narzędzie porządkowania wiedzy już zdobytej lub intersubiektywnego wyjaśniania już dokonanych aktów myślenia. Chcąc zrozumieć istotę procesu adaptacji umysłu do potrzeb świata zewnętrznego, naturaliści sięgają przede wszystkim do obserwacji biologicznych i wypracowanych na ich podstawie teorii.

W świetle aktualnych badań i zastosowań pytanie o wyższość jednego z dwóch omawianych nurtów wydaje się nierozstrzygnięte. Narzędzia przynależne do obydwu z nich stosuje się często w podobnych problemach i z podobnym skutkiem. Powołajmy się na dwa dość typowe przykłady. Zadania diagnoz czy sterowania są rozwiązywane równie dobrze przez systemy ekspertowe, jak sieci neuronowe. Procesy uczenia automatyzuje się zarówno na bazie sieci neuronowych i algorytmów genetycznych, jak i metod logicznych, np. drzew decyzyjnych czy teorii zbiorów przybliżonych. Co więcej, obserwuje się ciekawą zdolność narzędzi obydwu nurtów do wzajemnej symulacji. Sieci neuronowe i algorytmy genetyczne są realizowane na tradycyjnych komputerach, za pomocą algorytmicznych języków programowania, a podstawowe operacje logiczne mogą być wykonywane przez specjalnie przyuczone do tego celu układy neuronów. Wydaje się zatem, że nie można mówić o konkurencji narzędzi logicznych i naturalnych, ale o ich wzajemnym uzupełnianiu się. Twierdzenie to zdają się potwierdzać liczne przykłady tzw. systemów hybrydowych.

Zarysowane wyżej refleksje wokół dwóch głównych kierunków badań sztucznej inteligencji spróbujmy rzutować w dziedzinę filozofii. Przyjmijmy na chwilę, że do ludzkiego umysłu stosują się wymienione wcześniej cechy sztucznych systemów inteligentnych. W takim ujęciu akty myślowe byłyby:

— według logicystów: redukowalne do zasad logiki, możliwe do algorytmizacji, przejrzyste w sensie racji i następstw, autonomiczne względem postrzeganej rzeczywistości;

— według naturalistów: nieredukowalne do zasad logiki, częściowo niepowtarzalne, bo ukształtowane pod wpływem odmiennych doświadczeń, zrozumiałe tylko w sensie analogii do wcześniejszych aktów myślowych, nierozdzielne od postrzeganej rzeczywistości i stanowiące jej odbicie.

Obydwie wizje umysłu, a szerzej świata, którego umysł jest elementem, były obecne w filozofii od dawna. Wizja logicystów nawiązuje do wszelkich systemów, które wysuwają na pierwszy plan: redukcję wiedzy o świecie do pewnych prostych zasad, poszukiwania niezawodnej metody pozyskiwania wiedzy oraz przekonanie o prawomocności i użyteczności zasad logiki. Ujmując rzecz nieco węziej powiedzielibyśmy, że z logicyzmem informatyki koresponduje filozoficzna wizja umysłu autonomicznego — wyposażonego w pewne treści wrodzone, według których poznaje i ocenia świat. Do jej przedstawicieli zaliczają się między innymi Platon, Kartezjusz i Kant. Koncepcja naturalistyczna z kolei jest bliska tym filozofiom, które

podkreślają wieloaspektowość i nieskończoność świata (uznając te cechy często za atrybuty Boga). W odniesieniu do samego umysłu informatycy-naturaliści zdają się podążać tą samą ścieżką, którą wytyczyli filozofowie upatrujący w umyśle odbicie rzeczywistości czy też twór ukształtowany pod wpływem doświadczeń. Taką postawę zajmowali na przykład Locke i Hume.

5. UWAGI KOŃCOWE

Przedstawiona praca ma charakter przeglądowy i jako taka nie pretenduje do roli wyczerpującego kompendium wiedzy o problemach i metodach sztucznej inteligencji. Już jednak to co powiedziano, wystarcza do osłabienia popularnej, zwłaszcza wśród filozofów, krytyki informatycznych modeli umysłu.

Przede wszystkim dokonane na wstępie rozróżnienie między praktyką badawczą a towarzyszącą jej mitologią pozwala spojrzeć trzeźwo na ocenę dokonań sztucznej inteligencji rozumianej jako gałąź informatyki. Często zdarza się bowiem, że jej wyniki ocenia się przez pryzmat mitów (czyli marzeń o sztucznej inteligencji), a ze względu na ich cząstkowość — lekceważy. Postępowanie takie nie wydaje się uprawnione. Informatyka, co staraliśmy się pokazać rozdziale 2 i 3, od samych początków była nauką szczegółową, skupioną na rozwiązywaniu konkretnych problemów. Pomniejszać jej znaczenie ze względu na fakt, że okazuje się zbyt uboga, aby wyjaśnić problem inteligencji, to trochę tak, jakby obwiniać o to samo technologię maszyn parowych czy lamp elektronowych. Rozsądniej jest analizować uważnie jej ambitne dokonania i zastanawiać się nad możliwością ich połączenia z wynikami innych nauk.

Istnienie w ramach sztucznej inteligencji nurtu naturalistycznego zdaje się podważać krytyki, które odwołują się do wyłącznie logicznego oblicza tej dziedziny. Wszelkie zarzuty o forsowanie analogii „umysł-komputer" lub „umysł-program komputerowy" tracą potwierdzenie. W świetle nowszych badań można mówić raczej o metaforach umysł-mózg czy umysł-twór ewolucji, a szerzej o konieczności ujęć mieszanych — uwzględnienia zarówno logicznego, jak i biologicznego wymiaru umysłu. Dodajmy jeszcze, że zbieżność ukazanych nurtów rozwojowych sztucznej inteligencji z dwiema filozoficznymi wizjami umysłu wskazuje — przy założeniu, iż filozofia stanowi ogólny wzorzec refleksji nad umysłem — na dojrzałość tej dziedziny. Pozostaje oczywiście pytanie o to, czy owa dojrzałość nie przeobrazi się w zbytnią interdyscyplinarność i ogólnikowość.

LITERATURA

Buller, A., *Sztuczny mózg — to już nie fantazje*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1998.
Bolter, J. D., *Człowiek Turinga. Kultura Zachodu w wieku komputera*, PWN, Warszawa 1990.
Feigenbaum, E., A., Feldman, J. (red.), *Maszyny matematyczne i myślenie*, PWN, Warszawa 1972.

Goldberg, D. E., *Algorytmy genetyczne i ich zastosowania*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1998.
Hołyński, M., *Sztuczna inteligencja*, Wiedza Powszechna, Warszawa 1979.
Marciszewski, W., *Sztuczna inteligencja*, Znak, Warszawa 1998.
Mitchell, T., *Machine Learning*, McGraw Hill, 1997.
Mulawka, J., *Systemy ekspertowe*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1996.
Neumann, J. von, *Maszyna matematyczna i mózg ludzki*, PWN, Warszawa 1963.
Tadeusiewicz R., *Sieci neuronowe*, Akademicka Oficyna Wydawnicza RM, Warszawa 1993.
Winston, P. H., *Artificial Intelligence*, Addison-Wesley, 1992.