

30 CzasKultury 5/2011

Gdzie mieszka umysł?

Maciej Błaszak



„Ale przedtem musisz odebrać mu książki. Bez książek jest całkiem głupi jak ja”.

William Szekspir, *Burza*
przekład: Jerzy S. Sito

Wizja świata jako komputerowej symulacji jest atrakcyjna nie tylko dla miłośników *Matrixa*. Edward Fredkin – jeden z pionierów obliczeń kwantowych – twierdzi, że wszystko, co widzimy, co wiemy i co robimy, znajduje się pod kontrolą gigantycznego komputera¹. Nasze życie przypomina lot symulatorem odrzutowca, podczas którego oglądamy świat równie realny jak cienie w platońskiej jaskini.

Pomysł z maszyną obliczeniową symulującą znaną nam rzeczywistość można raczej włożyć między bajki. Na szczęście idee nie muszą być prawdziwe, by były interesujące. Ciekawa w propozycji Fredkina jest możliwość opisanie wszechświata w kategoriach przetwarzania informacji. It from Bit – jak lapidarnie ujął to John Archibald Wheeler, czyli „najpierw informacja, a potem cała reszta”².

Jeśli informacja ma stanowić fundament rzeczywistości, to musi być czymś fizycznym³. W sensie trywialnym wiadomo to od dawna. By przesłać, magazynować i przetwarzać informację, musimy wykorzystać jakiś fizyczny ośrodek: tusz na papierze, impulsy elektryczne, układ dłoni. W sensie teoretycznym jednak – wiążącym informację z fundamentalnymi prawami fizyki – konsekwencje jej fizyczności pozostawały nieznanne aż do lat 60. XX wieku.

Wówczas uzyskano rozwiązanie jednej z najbardziej intrygujących naukowych zagadek. Poznaliśmy demona Maxwella.

W 1867 roku James Clerk Maxwell zaproponował eksperyment myślowy stanowiący wyzwanie dla drugiej zasady termodynamiki. Stawka była duża, gdyż – jak znacznie później zauważył Sir Arthur Eddington – „jeśli twoja teoria przeczy drugiej zasadzie termodynamiki, nie ma dla ciebie nadziei”⁴. W roli bohatera eksperymentu wystąpił demon kontrolujący kłapkę zamykającą otwór między dwoma pojemnikami wypełnionymi gazem o tej samej temperaturze.

Kiedy szybsza od przeciętnej cząstka gazu z pierwszego pojemnika zbliży się do otworu, demon pozwala jej się przemieścić do drugiego pojemnika. Kiedy z kolei wolniejsza od przeciętnej cząstka gazu z drugiego pojemnika zbliży się do otworu, demon również pozwala jej się przemieścić – tym razem jednak do pojemnika pierwszego. Przeciętna prędkość cząstek odpowiada temperaturze gazu, co oznacza, że w pierwszym pojemniku temperatura spada, a w drugim wzrasta.

Masa klapki jest pomijalnie mała i jej otwarcie lub zamknięcie nie wymaga od demona nakładów pracy. Rozdzielenie letniego gazu na gorący i zimny, bez wykonywania jakiegokolwiek pracy, jest równoznaczne ze złamaniem drugiej zasady termodynamiki, mówiącej o wzroście nieuporządkowania we wszechświecie.

¹ Siegfried T., *The Bit and the Pendulum: From Quantum Computing to M Theory – The New Physics of Information*, New York 2000, s. 57.

² Gleick J., *The Information: a history, a theory, a flood*, New York 2011, s. 356.

³ Landauer R., *Information is physical*, „Physics Today” 5/1991, s. 23.

⁴ Eddington A.S., *The Nature of the Physical World*, Cambridge 1929, s. 74.

32 CzasKultury 5/2011

Jedyne, czego demon potrzebuje, to odrobina inteligencji, spostrzegawczości i sprawności własnych rąk, ale one – według Maxwella – nic nie kosztują. Demon jest perpetuum mobile opartym na bystrości umysłu.

Czy istnieje jednak cena bycia równie bystrym jak demon Maxwella⁵? Pytanie to jako pierwszy postawił Leo Szilard w 1929 roku i udzielił odpowiedzi: „Tak, inteligencja kosztuje”. Zdaniem węgierskiego fizyka, dokonanie pomiaru położenia i prędkości każdej cząstki gazu z osobna wymaga nakładów energii, wystarczająco dużych, by uratować drugą zasadę termodynamiki. Demon porządkuje świat, ale nie za darmo.

Błyskotliwość propozycji Szilarda polegała na włączeniu wiedzy w obszar fizycznego świata, na zwróceniu uwagi, że pomiar to akt materialny, a postrzeganie to metabolizm. Szilard myślał się jednak co do procesu generującego owe koszty. Był przekonany, że demon musi płacić za uzyskanie wiedzy o cząstkach gazu, a tymczasem – jak wykazał Rolf Landauer w przełomowej pracy z 1961 roku⁶ – kosztem jest zapominanie. Demon i ludzie płacą za uaktualnianie własnej wiedzy, a to wymaga wymazania informacji przeczytanej we wczorajszej gazecie i usłyszanej we wczorajszych wiadomościach. Kiedy mama radzi dziecku: „Zjedz obiad, abyś miał energię do nauki”, wypowiada pewien skrót myślowy. Energia jest potrzebna dziecku do pozbycia się informacji, którą nie jest już zainteresowane.

Zapominanie – z energetycznego punktu widzenia – jest najważniejszym procesem poznawczym. Perspektywa zużycia energii przez układ poznający jest kluczowa dla jego ewolucji. Proces selekcji przetrwały te umysły, które szczególnie wydajnie pozbywały się zbędnej informacji.

Rezultat uzyskany przez Landauera przeczy zdrowemu rozsądkowi. Ostatecznie płacimy za codzienną prasę, abonament telewizyjny i dostęp do Internetu. Wydaje się, że zdobycie, a nie eliminacja informacji naraża nas na koszty i wymaga – jak w wypadku podjęcia elitarnych studiów – niemałych nakładów finansowych. Informacja jest uważana za ekonomiczne dobro, którym rządzią prawa gospodarki rynkowej⁷.

Sprzeczność między zdrowym rozsądkiem a zasadą Landauera jest jednak pozorna i – jak to zwykle bywa – wynika z istniejącego zamieszania pojęciowego. Ludzie na co dzień utożsamiają informację ze znaczeniem. Zdanie: „Informacja znajduje się na stronie internetowej” jest synonimem: „Coś wartościowego (dla mnie) znajduje się na stronie internetowej”. Informacja natomiast – w sensie technicznym – nie jest niczym wartościowym: jest zaledwie miarą losowości zdarzeń. Brzmi to być może zagadkowo, lecz idea jest stosunkowo prosta.

Losowość jest tym, czego nie można wyrazić zwięźle. Liczby losowe zawierają więcej informacji niż liczby uporządkowane, co oznacza, że dłużej będziemy rozmawiali przez telefon, relacjonując wynik dwunastu rzutów monetą niż regularność: „Dwanaście razy reszka”. Telefoniczna konwersacja może zawierać głębokie

⁵ Leff H., Rex A., **Maxwell's Demon: Entropy, Information, Computing**, Princeton 1990.

⁶ Landauer R., **Irreversibility and Heat Generation in Computing Process**, „IBM Journal of Research and Development” 3/1961, s. 183–191.

⁷ Shapiro C., Varian H., **Potęga informacji. Strategiczny przewodnik po gospodarce sieciowej**, Gliwice 2007.

⁸ Bennett Ch., **How to define complexity in physics and why**, [w:] Żurek W. (red.), **Complexity, Entropy and Physics of Information**, „Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity”, vol. VIII, Boston 1990, s. 137–148.

myśli lub kompletne bzdury – z punktu widzenia operatora nie ma to znaczenia: rachunek w obydwu sytuacjach będzie taki sam. Informacja jest miarą wszystkiego, co człowiek mógł powiedzieć, a nie tego, co powiedział – jest wyrazem różnych sposobów aranżacji liter, bez zwiększania przepustowości łącza.

Dwuletnie dziecko, chaotycznie uderzające o klawiaturę komputera, wygeneruje znacznie więcej informacji niż jego mama pracująca nad tekstem literackim. Ciąg znaków wystukany przez dziecko jest losowy i nie może zostać wyrażony zwięźle. Artykuł mamy zawsze zawiera pewien element semantycznej nadmiarowości, czyli mógłby zostać napisany bardziej zwięźle. Przykład ten pokazuje, że informacja zawarta w tekście i jego znaczenie nie idą w parze. Podobnie jest z informacją i złożonością w obrębie świata fizycznego.

Definicja złożoności – bazująca na technicznym rozumieniu informacji – została po raz pierwszy zaproponowana w latach 60. XX wieku. Jej twórcy – Andriej Kołmogorow, Ray Solomonoff i Gregory Chaitin – zasugerowali, że złożoność obiektu można mierzyć długością najkrótszego opisu tego obiektu, czyli najkrótszym możliwym ciągiem cyfr binarnych zdolnym reprezentować ten obiekt⁸. Według tej propozycji, im dłuższy jest najkrótszy opis, tym większą złożoność obiekt posiada. Konsekwencje tego ujęcia złożoności są jednak paradoksalne: za najbardziej złożone należałoby uznać ciągi losowe, ponieważ losowość jest tym, czego nie da się wyrazić zwięźle. Efekt aktywności dwulatka przy klawiaturze komputera musiałby być bardziej wartościowy niż tekst literacki autorstwa jego mamy.

Słabe punkty tego pomysłu dostrzegł w latach 70. XX wieku Charles Bennett. Zwrócił on uwagę, że proces konstrukcji komunikatu po-

lega na odrzucaniu nadmiaru informacji, którą jego odbiorca nie jest zainteresowany i która jest nieistotna w danym kontekście. Im więcej trudności doświadcza nadawca, odrzucając zbędną informację, tym bardziej złożony finalny produkt.

Przykładowo, gdy uczeń zadaje nauczycielowi pytanie, ten ostatni nie powinien mówić wszystkiego, co wie na dany temat. Powinien dokonać selekcji informacji z uwagi na istotę omawianego problemu. Tym samym zaoszczędzi swemu rozmówcy sporo energii i czasu oraz nada własnej wypowiedzi określoną wartość. Jego odpowiedź może zawierać niewiele informacji, ale właśnie fakt, że zawiera jej mało, jest tym, co się liczy. Gdy z czasem informacja ta utraci ważność, uczeń nie będzie musiał inwestować dużo energii w jej wymazanie. Z rozważań poczynionych przez Landauera i Bennetta wynikają dla humanistyki przynajmniej trzy istotne wnioski. Pierwszy z nich zwraca uwagę na fakt, że nie trzeba mówić dużo, by cieszyć się opinią eksperta w danej dziedzinie lub lidera w zespole. Czas potrzebny do wyjaśnienia komunikatu, czyli informacja w nim zawarta, ma znaczenie jedynie dla operatora sieci, który wystawia rachunek za telefon. Ważne jest, by postępować w myśl zasady sformułowanej niegdyś w zupełnie innym kontekście przez aktorów kabaretu TEY: „– Dziaśiaj krótko mówił. – Ale długo myślał”.

Drugi wniosek jest prostą konsekwencją pierwszego: mądrość wymaga czasu. Jest on potrzebny do odrzucenia zbędnej informacji, tak by odbiorca mógł zarządzać mniejszą jej ilością. Student może być nieprzeciętnie inteligentny, ale brakować mu będzie doświadczenia, w które obfituje życie wykładowcy. Być może ten ostatni popadł nieco w rutynę, ale miał zdecydowanie więcej czasu na wytworzenie głębi logicznej w konstruowanych przez +

34 CzasKultury 5/2011

siebie wypowiedziach. Młody wiek w wypadku mądrości jest sporą wadą.

Trzeci wniosek pozwala wyostrzyć odbiorcy komunikatu zmysł krytyczny, dzięki któremu odróżni on dobry periodyk kulturalny od przeciętnego, wybitne szkolenie od słabego, wiadomość wartą dużych pieniędzy od zwykłego naciągania przez kontrahenta. Łatwo jest dostrzec, ile informacji zawiera tekst, ale znacznie trudniej się zorientować, ile odrzuconej informacji za nim się kryje. Tymczasem to ona decyduje o wartości tego, co czytamy. Informacja odrzucona staje się widoczna dopiero w kontekście, który tworzą pozostałe teksty autora, wykonywana przez niego praca i nabyte doświadczenie życiowe. Czasami tytuł lub temat są kwestią drugorzędną: liczy się, kto napisał artykuł. Otwierając periodyk, dość często rozpoczynamy jego lekturę od noty o autorach umieszczonej na końcu.

Informacja ma zatem swoją ilość i jakość. Ta pierwsza jest treścią komunikatu i można ją precyzyjnie zmierzyć. Ta druga jest kontekstem komunikatu i jej pomiar jest zaledwie orientacyjny. Ludzki umysł ma dostęp do wartościowej informacji na dwa sposoby, ponieważ istnieją dwie drogi eliminacji nadmiaru informacji: neuronalna i behawioralna.

Motorem napędowym pierwszej drogi jest oczywiście ludzki mózg. Organ ten selekcjonuje informację, która dociera do niego w nadmiarze. Wystarczy porównać liczbę bitów na wejściu organów zmysłowych z liczbą bitów na wyjściu świadomości. Sama siatkówka oka zbiera w ciągu sekundy około 10 milionów bitów informacji⁹, a przepustowość świadomości wynosi od 40 do 100 bitów na sekundę. Nadmiarowa informacja może być albo wymazywana, albo przechowywana w formie zapasowych kopii.

Wymazywanie informacji obserwujemy już na poziomie funkcjonowania pojedynczego neuronu. Jeśli liczba wejść (dendrytów) do komórki jest większa od liczby wyjść (akson), nie jesteśmy w stanie z informacji na wyjściu odtworzyć wzorca aktywności na wejściu. Co więcej, mózg traci wymazywaną informację, która zostaje przekształcona w ciepło. Mózg się nagrzewa, choć na szczęście nie tak gwałtownie jak laptop.

Podstawowy argument przeciwko wymazywaniu, a za magazynowaniem nadmiaru informacji odwołuje się do kosztów tej pierwszej operacji. „Taniej jest informację przechowywać, niż generować ciepło drogą jej wymazywania” – twierdzi Read Montague¹⁰.

Istnieje jeszcze behawioralna droga selekcji informacji, stanowiąca antidotum na nadmiar bitów atakujących zmysły człowieka. Pozostaje ona często niedoceniana przez neurocentrystów¹¹, dla których materialnym substratem ludzkiego umysłu pozostaje wyłącznie mózg. Widać to wyraźnie, gdy analizujemy jego rozwój osobniczy – od poczęcia do biologicznej śmierci – a także gdy przyglądamy się jego ewolucji trwającej miliony lat.

⁹ Penn Researchers Calculate How Much the Eye Tells the Brain, „Penn Medicine News” z 26.07.2006, http://www.uphs.upenn.edu/news/News_Releases/jul06/retinput_print.htm (26.09.2011).

¹⁰ Montague R., op. cit., s. 67.

¹¹ Crick F., *Zdumiewająca hipoteza, czyli nauka w poszukiwaniu duszy*, Warszawa 1997; s. 17: „Ty, Twoje radości i smutki, Twoje wspomnienia i ambicje, Twoje poczucie tożsamości i wolna wola, nie są w rzeczywistości niczym innym niż sposobem, w jaki zachowuje się ogromny zbiór komórek nerwowych i związanych z nimi cząsteczek” (przekład Barbary Chacińskiej-Abrahamowicz i Michała Abrahamowicza).

SCIENCE-FICTION AT ITS THRILLING BEST!

196
PAGES

MAY
25¢

AMAZING

ANC

STORIES



SLAVES
of the
CRYSTAL
BRAIN

By WILLIAM
CARTER
SAWTELLE

Rozwój – w perspektywie neurocentrycznej – jest utożsamiany z dojrzewaniem układu nerwowego. Umysł osoby dorosłej, niczym motyl w poczwarcie, jest ukryty w mózgu dziecka i wymaga jedynie odpowiedniego środowiska, by się w pełni rozwinąć. Organizm zostaje zredukowany do roli pasywnego świadka sił neuronalnych, tłumaczących w prosty sposób informację z mózgu na funkcje umysłu i dalej na strukturę zachowania.

Nie lepiej wygląda kwestia poznawczej ewolucji człowieka, gdy jedynym organem umysłu jest mózg. Środowisko stawia wyzwania, a organizmy rozwiązują je, wytwarzając – w toku rozrodu – warianty, z których przynajmniej niektóre potrafią sobie z tymi wyzwaniami poradzić. Organizm ponownie staje się pasywnym świadkiem, tyle że tym razem sił środowiskowych, determinujących – w wielopokoleniowej perspektywie – formę i treść jego umysłu.

Zakładana pasywność organizmu utożsamia poznanie z mechanizmem przystosowawczym do istniejącego środowiska. Organizmy jednak potrafią aktywnie konstruować ekologiczne nisze, które zamieszkują, i w efekcie naciski ewolucyjne, którym podlegają¹². Ekologiczne nisze tym się różnią od środowiska, że nie istnieją niezależnie od organizmu: są kształtowane przez jego aktywność. W tym samym środowisku może istnieć wiele nisz ekologicznych, wyznaczonych możliwościami motorycznymi i poznawczymi jego mieszkańców. Łatwo się o tym przekonać, stawiając się w roli dziecka przebywającego w pomieszczeniu dla dorosłych lub w roli osoby na wózku inwalidzkim, poruszającej się po mieście zaprojektowanym dla ludzi zdrowych. Odmienny wiek, etap rozwoju i stopień sprawności motorycznej oraz poznawczej sprawiają, że świat dla różnych osób wygląda inaczej i oferuje inne sposobno-

ści do działania. To, co dla dorosłego jest stopniem, dla dziecka jest siedziskiem; krawężnik pokonywany przez pieszego staje się gigantyczną przeszkodą dla osoby przykutej do wózka¹³.

Sposobności do działania nazywamy ofertami (affordances)¹⁴. Są one bodźcami pozwalającymi uniknąć człowiekowi nadmiaru informacji wypełniającej jego środowisko. Pamiętamy, że pozbycie się tej informacji pochłonęłoby kolosalne ilości energii i miałyby negatywny wpływ na jego szanse reprodukcji i przeżycia. Dlatego ludzie, wytwarzając nisze, określają, które aspekty zewnętrznego świata są dla nich ważne, i tylko na nie reagują.

Dysponujemy teraz dobrymi przesłankami, aby rozwiązać pewien mit. Przyjmujemy zazwyczaj, że złożone formy zachowania wymagają istnienia złożonych mechanizmów mózgowych. To nieprawda, złożoność bowiem naszego zachowania odzwierciedla przede wszystkim złożoność niszy ekologicznej, którą zamieszkujemy. Różnica między Prosperem (panem) a Kalibanem (niewolnikiem) z Szekspirowskiej Burzy polega przede wszystkim na tym, że ten pierwszy ma dostęp do zdobyczy cywilizacji, a ten drugi nie. I tu właśnie kryje się fundamentalna zasada działania ludzkiego umysłu. Zamiast używać bardzo kosztownych obwodów mózgowych, człowiek wspiera się

¹² Laland K., Odling-Smee J., Feldman M., **Niche construction, biological evolution and cultural change**, „Behavioral and Brain Sciences” 23/2000, s. 131–175.

¹³ Wystawa **Świat dziecka**, której opiekunem naukowym była profesor psychologii rozwojowej Anette Karmiloff-Smith. Zob. też: Błaszak M., Przybylski Ł., **Rzeczy są dla ludzi. Niepełnosprawność i idea uniwersalnego projektowania**, Warszawa 2010.

¹⁴ Gibson J.J., **The Ecological Approach to Visual Perception**, Boston 1979.

¹⁵ Przekład Jana Kasprowicza.

procesami energetycznie tańszymi. Łatwiej jest przecież zapisać niż zapamiętać, obliczyć na kalkulatorze niż w głowie, porównać dwie barwy niż je sobie wyobrazić. Naturalną skłonnością ludzkiego mózgu jest eksportowanie stanów umysłu poza biologiczne granice ciała. Mówiąc innymi słowy, umysł jest układem usytuowanym w świecie, składającym się zarówno z wyspecjalizowanych obwodów mózgowych, jak i z fragmentów otoczenia, znanych nam jako oferty. To dynamiczna struktura łącząca mózg, organizm i jego poznawczą niszę, nie zaś „neuronalny kubek” z otworkami w postaci zmysłów. Kazik Staszewski, śpiewając: „co zrobisz, gdy ci powiem, że mózg nie jest w głowie”, wykazał się więc całkiem niezłym naukowym wyczuciem, choć, jak na artystę przystało, trochę przesadził.

Panuje przekonanie, że inteligencja, którą posługujemy się na co dzień, jest produktem naszych dużych mózgów. To tylko część prawdy. Oczywiście mózg, jako organ wyspecjalizowany w przetwarzaniu informacji, stanowi warunek konieczny wyrafinowanego umysłu, którym szczęśliwie obdarzyła nas natura. Niemniej, próbując zrozumieć sukces *Homo sapiens*, mierzony zarówno sprawnością w wykonywaniu codziennych zadań poznawczych (percepcja, poruszanie się, używanie narzędzi, mówienie), jak i wyrafinowanymi osiągnięciami kulturowymi (literatura, sztuka, nauka i technika), dostrzegamy, że był on w dużym stopniu możliwy z powodu opisanych wyżej ograniczeń mózgu. To właśnie one sprawiły, że nasi ewolucyjni przodkowie, zamiast jedynie przystosowywać się do warunków środowiska, zaczęli je przykrawać do swoich potrzeb, w stopniu niedostępnym dla innych gatunków zwierząt. Mówiąc żartobliwie, stworzyliśmy inteligentne środowisko, w którym nasze mózgi mogą się oddawać słodkiej przyjemności leniuchowania. W czasach

zaawansowanych technologii informatycznych ma to wszakże swoje ujemne strony. Coraz częściej obserwujemy, zwłaszcza u ludzi młodych, kłopoty ze skupieniem uwagi podczas wykonywania bardziej skomplikowanych czynności poznawczych (np. przy czytaniu długiego tekstu), tylko częściowo kompensowane korzyściami płynącymi z tak zwanej inteligencji wielozadaniowej (np. jednoczesne wysyłanie SMS-a, słuchanie muzyki i oglądanie telewizji).

Możliwość usytuowania umysłu w świecie przewidział oczywiście Szekspir, pisząc w *Sonecie CXI*: „Natura moja nosi, widać, ślady mego zajęcia, jak ręka farbiarza”¹⁵. Współczesne nauki przyrodnicze, wbrew obiegowym opiniom, oddalają się od wizji człowieka zredukowanego do „stanów sieci neuronalnych w mózgu”. Badania nad ludzkim umysłem coraz częściej wychodzą w stronę świata – świata, który nie tylko zamieszkujemy, ale który przede wszystkim tworzymy. ●