

Czy można podglądać umysł?

MATEUSZ HOHOL

Badania neuronaukowe nie są łatwe: wymagają aparatury, wiedzy i świadomości ograniczeń. Łatwo się za to tworzy w tej dziedzinie mity.

Można zaryzykować stwierdzenie, że spośród wszystkich dziedzin wiedzy największy postęp dokonuje się obecnie w neuronauce, czyli dyscyplinie badającej mózg oraz wpływ zachodzących w nim procesów na zachowanie całego organizmu. Również jak w żadnej innej dyscyplinie postęp ten wzbudza społeczne zainteresowanie – eksperymenty i teorie neuronaukowe opisywane są przez media, a nawet stają się przedmiotem kawiarnianych dyskusji, zaś książki neuronaukowców zajmują wysokie miejsca na listach bestsellerów.

Dzieje się tak przede wszystkim dlatego, że badania prowadzone przez neuronaukowców często dotyczą odwiecznych problemów filozoficznych, takich jak natura świadomości, istnienie wolnej woli czy podstawy moralności, i skłaniają przynajmniej do przeformułowania lub doprecyzowania tych pytań, a czasami wręcz proponują odpowiedzi podważające potoczne wyobrażenia o ludzkiej naturze. Co więcej, liczba projektów naukowych

z przedrostkiem „neuro” w nazwie może przyprawić o lekki zawrót głowy – napotyamy już nie tylko neuropsychologię czy neurokognitywistykę, ale także: neuroestetykę, neuroekonomię, neurofilozofię, neuroetykę, a nawet i neuroteologię.

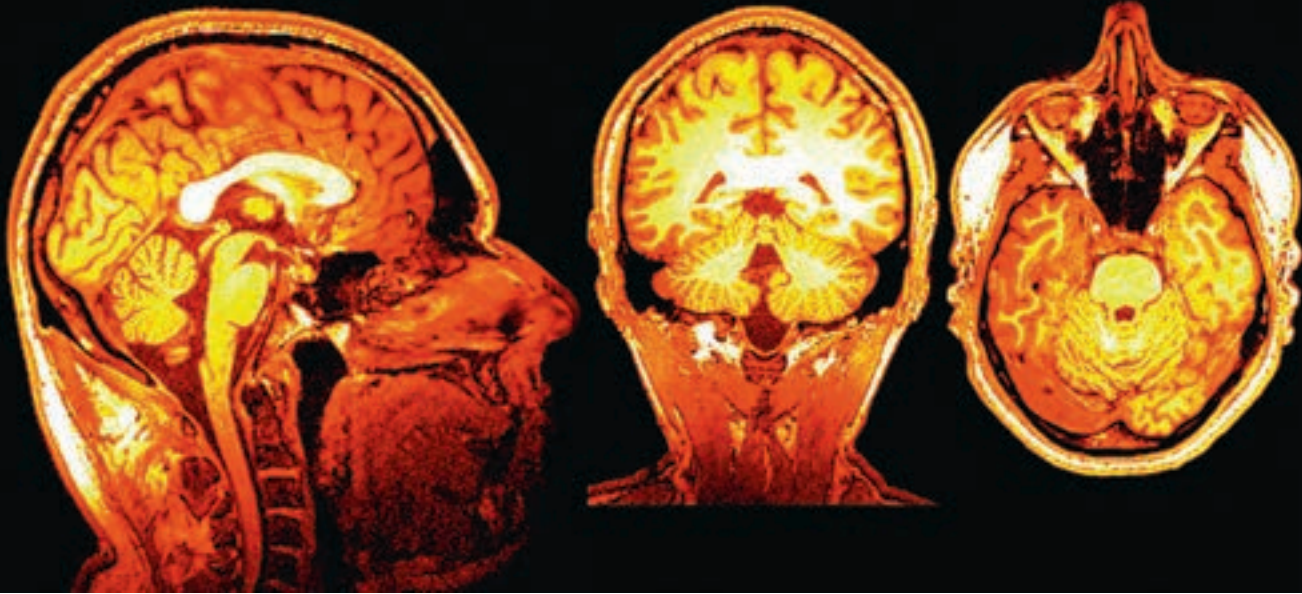
Łatwo więc ulec pokusie uznania, że to właśnie neuronauka jest dyscypliną, która rozstrzygnęła już (lub zrobi to niebawem) ważne problemy kondycji ludzkiej. Popularyzatorzy nauki, dziennikarze, a nawet sami uczeni często zapominają jednak, że czym innym są dane uzyskiwane za pomocą skomplikowanej i niezwykle kosztownej aparatury, a czym innym teoretyczne interpretacje tych danych.

Warsztat podglądacza

Neuronaukowcy dysponują współcześnie wieloma – dobrze wypróbowanymi oraz stosunkowo nowymi – metodami badawczymi. Do tej pierwszej grupy należą m.in. badania wpływu uszkodzeń mózgu (lezji) na zachowanie oraz rejestrowanie aktyw-

ności elektrycznej pojedynczych neuronów. Drugą grupę stanowią natomiast metody obrazowania aktywności całego mózgu lub wybranych jego struktur za pomocą technik bazujących na rezonansie magnetycznym (MR).

Choć całkiem niedawno neuroanatomia wzbogaciła się o zaawansowaną technikę wizualizacji struktury mózgu, opartą na śledzeniu dyfuzji cząsteczek wody (DTI), największą uwagę przykuwa funkcjonalne obrazowanie rezonansem magnetycznym (fMRI). Główną zaletą tej upowszechnionej w latach 90. XX wieku metody wiąże się z możliwością „podglądania”, jak aktywność mózgu zmienia się w czasie wykonywania rozmaitych zadań. Co kilka sekund (w praktyce około trzech) generowany jest nowy obraz, co pozwala „przyłapać mózg na gorącym uczynku”, gdy mierzy się on z zadaniami postawionymi przez badacza. Bódcze wyświetlane są zazwyczaj w specjalnych okularach lub odtwarzane za pomocą słuchawek, zaś badana osoba udziela odpo-



ARCHIWUM PRYWATNE

Mózg autora tekstu zobrazowany metodą rezonansu magnetycznego

wiedzi poprzez naciśnięcie odpowiedniego przycisku.

Sama aktywność mózgu mierzona jest pośrednio. Bezpośrednio pomiarowi podlega tzw. sygnał zależny od poziomu utlenowania krwi (używa się skrótów BOLD, od *blood-oxygen-level-dependent*). Pomiar jest możliwy, gdyż utlenowana hemoglobina reaguje na silne pole magnetyczne wytwarzane przez aparaturę inaczej niż nieutlenowana. Przestrzeń skanu dzieli się na trójwymiarowe jednostki zwane wokselami (woksel to jakby piksel obdarzony trzecim wymiarem), które nakładane są na anatomiczną mapę mózgu. Zakłada się, że obszary mózgu (a właściwie odpowiadające im woksele), które zaangażowane są w wykonywanie konkretnych zadań, zgłaszają zapotrzebowanie na większą ilość „paliwa” – stąd transportowana powinna być do nich większa ilość tlenu niż do obszarów mózgu, które nie uczestniczyły bezpośrednio w przetwarzaniu danego bodźca lub rozwiązywaniu danego problemu. Naukowcy zakładają więc, że mapa przemian metabolicznych, obserwowanych w poszczególnych wokselach, pokrywa się z mapą szczególnie aktywnych w danej sytuacji struktur mózgowych. Znane z mediów obrazy (kolorowe lub czarno-białe) prezentujące wyniki badań powstają w rezultacie skomplikowanych procedur matematycznych.

Stare problemy

W teorii wszystko wygląda świetnie. Baczniejsze przyjrzenie się eksperymentom pokazuje jednak, że rzeczy są znacznie bardziej skomplikowane, niż wydają się na pierwszy rzut oka. Poucza o tym także historia nauki.

Na przełomie XVIII i XIX wieku ogromną karierę zrobiła frenologia, spopularyzowana przez austriackiego psychologa i neurologa Franza Josepha Galla. Uczony ten przekonany był, że poszczególne obszary kory mózgowej odpowiedzialne są za konkretne aspekty psychiki ludzkiej i cechy zachowania jednostki. Założenie to samo w sobie nie jest kontrowersyjne – wiemy bowiem współcześnie, że np. inne struktury mózgowe odpowiedzialne są za emocje (np. kora wyspy), a inne za przetwarzanie informacji wzrokowych (np. obszar V4 w korze potylicznej odpowiada za widzenie barwne). Swego rodzaju potwierdzeniem idei frenologii było zlokalizowanie ośrodków Brocki i Wernickego, odpowiedzialnych odpowiednio za generowanie i rozumienie mowy. Gall poszedł jednak znacznie dalej. Twierdził bowiem nie tylko, że funkcje psychiczne ściśle łączą się z organami mózgu („wykazał” aż 27 takich powiązań), ale że natężenie cech psychicznych łączy się z wielkością tych organów. Przypominał tu innego słynnego uczonego tych czasów, antropologa i kryminologa Cesarego Lombroso, który w kształcie czaszki upatrywał przyczyn skłonności przestępczych. Wątpliwość budzić mogą same stosowane przez Galla „metody badawcze”. Co prawda, gdy ogłosił on, że ze względu na rozmiar płatów czołowych mózgu ludzkie zdolności poznawcze są znacznie lepiej rozwinięte niż u innych zwierząt, to opierał się na anatomii porównawczej, jednak gdy połączył wielkość oczu ze świetnymi zdolnościami pamięciowymi, wystarczającym „dowodem” stała się obserwacja jednego „okazu” – własnego kolegi. Co ciekawe, frenologia wyszła poza mury uniwersytetów i przeistoczyła się w swego rodzaju ruch społeczny.

Oceny tego zjawiska dokonywane przez historyków nauki nie są jednoznaczne – jedni we frenologii widzą szkodliwą szarlatanerię, zaś inni burzliwe początki współczesnych nauk o mózgu.

Da się zaobserwować spore podobieństwo pomiędzy frenologią Galla a niektórymi interpretacjami współczesnych danych, uzyskiwanych choćby za pomocą fMRI. Niektórzy twierdzą nawet złośliwie, że mamy do czynienia z powrotem do frenologii, czy też z neofrenologią. Wśród naukowców nie brakuje wciąż zwolenników rozpowrochnionego w latach 80. ubiegłego stulecia, a nawiązującego do pomysłu Galla poglądu, że organizacja mózgu ma charakter modułarny. Zgodnie z tą ideą konkretne moduły – obszary zarówno kory mózgowej, jak i starsze ewolucyjnie struktury podkorowe – odpowiadają za nasze zachowania, zdolności poznawcze, emocje i treści umysłu. Zwolennicy tego poglądu twierdzą, że fMRI pozwala nam uzyskać „obrazy umysłu”, które rozumiane są całkiem dosłownie. Czy znajdujemy się więc na dobrej drodze, aby dowiedzieć się wszystkiego o mózgowym podłożu życia naszych umysłów? Wiele pozwala sądzić, że odpowiedź jest twierdząca. Warto zachować jednak dozę zdrowego rozsądku i sceptycyzmu.

Czy przez dziurkę od klucza widać wszystko?

Jedną z zadziwiających cech mózgu jest jego plastyczność. Przejawia się ona m.in. w tym, że funkcje uszkodzonych struktur przejmowane mogą być przez zdrowe – dzięki temu możliwa jest choćby rehabilitacja osób, których mózgi uległy →



→ uszkodzeniu (neuronauka porzuciła spotykany jeszcze niekiedy w szkołach mit, jakoby mózgi osób dorosłych nie były podatne na żadne zmiany). Oczywiście plastyczność ta ma swoje granice, jednak z pewnością trzeba zapomnieć o możliwości przyporządkowania jeden-do-jeden danej funkcji do określonej struktury mózgowej. Co więcej, jedno z najważniejszych odkryć neuronauki ostatnich lat dotyczy tzw. neuronów lustrzanych. Badacze z Parmy odkryli, że te same neurony kory motorycznej mózgu aktywowane są zarówno wtedy, gdy makak sam chwytają przedmiot, jak i wtedy, gdy tylko obserwuje analogiczną czynność wykonywaną przez inną małpę (np. naukowca). Okazuje się więc, że pewne komórki, czy też ich zespoły, mogą kodować informacje dotyczące pozornie tak odległych sfer aktywności jak widzenie (percepcja) i chwytanie czegoś (działanie). Nie istnieje więc mózgowy „moduł chwytania” odseparowany od „modułu widzenia”.

Jeśli chodzi o samo obrazowanie mózgu za pomocą funkcjonalnego rezonansu magnetycznego, problemy sprawia pośredni charakter tej techniki. Jak pamiętamy, faktycznie mierzona jest nie tyle aktywność mózgu, co skorelowane z nią przemiany metaboliczne – sygnał BOLD. Z badań aktywności pojedynczych neuronów, gdzie pomiar dokonywany jest za pomocą mikroelektrod wprowadzanych bezpośrednio do tkanki, wiadomo, że nie wszystko, co dzieje się w naszych mózgach, odciska swe piętno w postaci sygnału rejestrowanego przez aparaturę rezonansu magnetycznego. Pewne eksperymenty pokazują, że sygnał BOLD, informujący o zmianach poziomu krwi niosącej tlen, wcale nie musi się ściśle wiązać z aktywnością komórek nerwowych.

Oczywiście, wiedza ta nie podważa całkowicie fundamentalnego założenia, na którym opiera się najpopularniejsza i prawdopodobnie najlepsza technika obrazowania aktywności mózgu, jaką obecnie dysponujemy, ale pokazuje, że nie mówi nam ona wszystkiego. Problemem jest ponadto rozdzielczość aparatury. W odstępach czasowych, gdy uzyskiwane są kolejne obrazy, w mózgu dzieje się bardzo dużo.

Jeszcze innym przykładem „problemów z fMRI” jest przyznanie w 2012 r. Craigowi Bennettowi, Abigail Baird, Michaelowi Millerowi i George’owi Wolfowi nagrody Ig Nobla (potocznie nazywanej „antynoblem”). Wykorzystując aparaturę MR oraz statystykę, zauważyli oni „mózgowy sygnał”... martwego łosia atlantyckiego. Przykład ten poka-

zuje, że ograniczenia techniczne to nie wszystko. Na domiar złego, niektórzy uczeni swobodnie podchodzą do standardów badawczych.

Niekiedy trudno również wnioskować, czy uczestnik eksperymentu, rozwiązujący jakiś problem leżąc w klaustrofobicznych warunkach, w głośnej i niewygodnej maszynie, nierzadko nawet przez godzinę, w normalnych życiowych warunkach zachowałby się tak samo. Np. w badaniach dylematów moralnych może paść pytanie – skądinąd bardzo życiowe – o to, czy uczestnik ściałaby na egzaminie, wiedząc, że gdyby spostrzegł to profesor, mógłby zastosować zbiorowe postąpiłby dokładnie tak, jak odpowiedział w eksperymencie?

Oczywiście, każdy eksperyment naukowy wiąże się z uproszczeniami. Jest wręcz tak, że nowożytna nauka narodziła się, gdy zamiast poszukiwania ostatecznej natury doceniono wartość idealizacji. Jednak w przypadku badania zachowań w sytuacjach społecznych i moralnych, które interesują neuronaukowców i eksperymentatorów, uproszczenia te mogą być szczególnie trudne do zaakceptowania. Sceptyk mógłby powiedzieć, że warunki panujące w fMRI i wiedza, że uczestniczy się w sztucznej, zaaranżowanej przez zespół badawczy sytuacji eksperymentalnej, nie może prowadzić do rzetelnej wiedzy. To zdecydowanie zbyt radykalny sceptycyzm, jednak życie bogate jest w niuanse, których nie da się włączyć w plan eksperymentalny.

Neuronauka – to skomplikowane

Neuronauka może się chlubić ogromnymi sukcesami, ale zdrowy sceptycyzm, powstrzymujący wyciąganie zbyt pochopnych wniosków, bez wątpienia jej nie zaszkodzi. Podobnie jak nie ma w świecie dwóch identycznych odcisków palców, nie ma również dwóch takich samych mózgow. Tak samo jak gołym okiem widzimy różnice w wyglądzie ludzi, tak nawet laik zauważy, że obrazy dwóch różnych mózgow silnie się od siebie różnią. Mózg nie jest ponadto ściśle zaprogramowanym komputerem – a przynajmniej jest nie tylko nim. Skomplikowana maszyneria neuronalna sterowana jest licznymi substancjami chemicznymi, zwanymi neurotransmiterami. Modułują one połączenia międzyneuronalne, a te z kolei wpływają na nasze nastroje i zachowania – także te społeczne.

Maszyneria, która czyni nas tym, kim jesteśmy, jest naprawdę skomplikowana i subtelna. Podróż w głąb mózgu to fascynująca przygoda i naprawdę warto się w nią udać. Prócz książek i artykułów nie zaszkodzi zabrać w nią jednak także zdrowego rozsądku. □



DR MATEUSZ HOHOL jest

kognitywistą i filozofem. Pracuje na Uniwersytecie Papieskim Jana Pawła II oraz w dziale naukowym „TP”. Członek Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych. Autor książki „Wyjaśnić umysł” (Copernicus Center Press, 2013).

CZY ISTNIEJĄ GRANICE NAUKI?

WILLEM DREES

(ur. 1954) holenderski filozof, autor wielu książek poświęconych relacjom nauki i religii oraz redaktor naczelny prestiżowego czasopisma naukowego „Zygon”.



TAKICH GRANIC jest wiele. Znaczna część to granice praktyczne: gdy brakuje

nam danych lub nie jesteśmy w stanie trafnie przewidywać. Ale istnieją też granice daleko bardziej fundamentalne. Jedną z nich polega na tym, że nauka zawsze wyjaśnia stan aktualny, odnosząc się do stanów wcześniejszych: jeśli chcesz zrozumieć dzisiejszą pogodę, musisz wiedzieć, jaka pogoda była wczoraj czy przedwczoraj. Dlatego np. na pytanie: „Dlaczego coś w ogóle istnieje?” – nauka nie potrafi udzielić odpowiedzi. Bo wymagałoby to poznania stanu wcześniejszego, a właśnie o ów

stan wcześniejszy pytamy. To jakby chcieć się zbliżyć do horyzontu – zaraz pojawia się nowy horyzont i nie wiadomo, co jest poza nim. Inna tego rodzaju granica dotyczy się wartości. Zarówno sądów na temat piękna, jak i sądów moralnych: o dobru i złu. Ludzkie zachowanie daje się wytłumaczyć naukowo, ale wciąż pozostaje pytanie, czy jest ono dobre, czy złe. Odpowiedź na nie wymaga zdecydowanie szerszej perspektywy niż ta, której dostarcza wyjaśnianie naukowe.