

## Czym jest kognitywistyka?

*Poznacie prawdę i prawda was wyzwoli.*

*Jan 8:32*

Wydaje się, że dla człowieka nie ma nic ważniejszego jak poznanie samego siebie, a to oznacza poznanie swojego umysłu. Przekonywali o tym starożytni filozofowie na Wschodzie i Zachodzie, nawoływali do tego wybitni przedstawiciele wszystkich tradycji religijnych. Nasze wyobrażenia o świecie, poglądy, wszystko w co wierzymy i co dla nas istnieje, poczucie szczęścia lub jego brak, jest wynikiem działalności układu nerwowego a w szczególności mózgu, którego funkcją jest umysł. Z punktu widzenia jednostki umysł jest wszystkim: nie mamy żadnej bezpośredniej wiedzy o świecie, nasza wiedza dotyczy jedynie form poznania, które uwarunkowane są określoną strukturą naszego umysłu.

Dla człowieka współczesnego zjawiska psychiczne stanowią nadal rodzaj pewnego tabu. Najlepszym tego przykładem jest nasz stosunek do ludzi z zaburzeniami psychicznymi: na dolegliwości wątroby czy nerek nikt nie wstydzi się narzekać, o chorobach mózgu staramy się zapomnieć. Świat problemów psychiatrycznych jest czymś, od czego przeciętny człowiek ucieka, wobec czego przyjmuje postawę cyniczną i opowiada kawały o wariatach, tak jakby choroby mózgu były czymś śmiesznym a choroby serca czymś smutnym. Jak daleko udało się nam uciec od zagadnień związanych z poznawaniem siebie obrazować może również fakt braku odpowiedniego określenia na całokształt zagadnień, które wiążą się z życiem psychicznym. Obejmują one zarówno podstawy biologiczne, budowę układu nerwowego, zmysłów i mózgu, modele matematyczne działania mózgu i procesów mentalnych, filozofię umysłu, psychologię poznawczą, niekonwencjonalne działy psychologii (takie jak psychoanaliza, różne formy psychoterapii czy psychologia transpersonalna), lingwistykę, antropologię a nawet zagadnienia związane z introspekcją i życiem duchowym.

Z kilku powodów postępy w badaniach nad naturą umysłu były dość powolne. Do dzisiaj wielu naukowców ma nadzieję, że kwestia umysłu jest tak złożona, iż nigdy nie da się jej zgłębić. Chociaż "prawda nas wyzwoli" istnieje jakaś psychiczna bariera, chroniąca nas przed zbyt głębokim wnikaniem w swój umysł. Dopiero całkiem niedawno, w wyniku integracji wielu różnych gałęzi nauki pojawiła się realna perspektywa zrozumienia umysłu. Tą grupę nauk nazwano "naukami o poznawaniu" (*cognitive sciences*), lub naukami kognitywnymi, od łacińskiego słowa *cognitio*, czyli wiedza. Rdzeń "kognicja" obecny jest w używanym w języku polskim słowie "prekognicja", pochodzącym od łacińskiego słowa oznaczającego "wiedzieć wcześniej". Chociaż w skład nauk kognitywnych wchodzi wiele tradycyjnych gałęzi nauki to powoli wyłania się z nich wspólny obszar badań, któremu warto jest nadać odrębną nazwę. Jak powiedział jeden z twórców tej dziedziny, Allen Newell, nowe gałęzie nauk nie powstają dlatego, że ktoś postanowił je zdefiniować, a raczej dlatego, że pewna grupa ludzi dostrzega, iż mają wspólny temat do dyskusji, powstają pisma, stowarzyszenia, zwołuje się konferencje. Ścisłe rzecz ujmując nazwę "kognitywistyka" należałoby zarezerwować tylko dla tych prac prowadzonych w ramach nauk kognitywnych, które zajmują się tworzeniem modeli umysłu. W praktyce używana jest ona zamiennie z nazwami "nauki o poznawaniu" czy "nauki kognitywne".

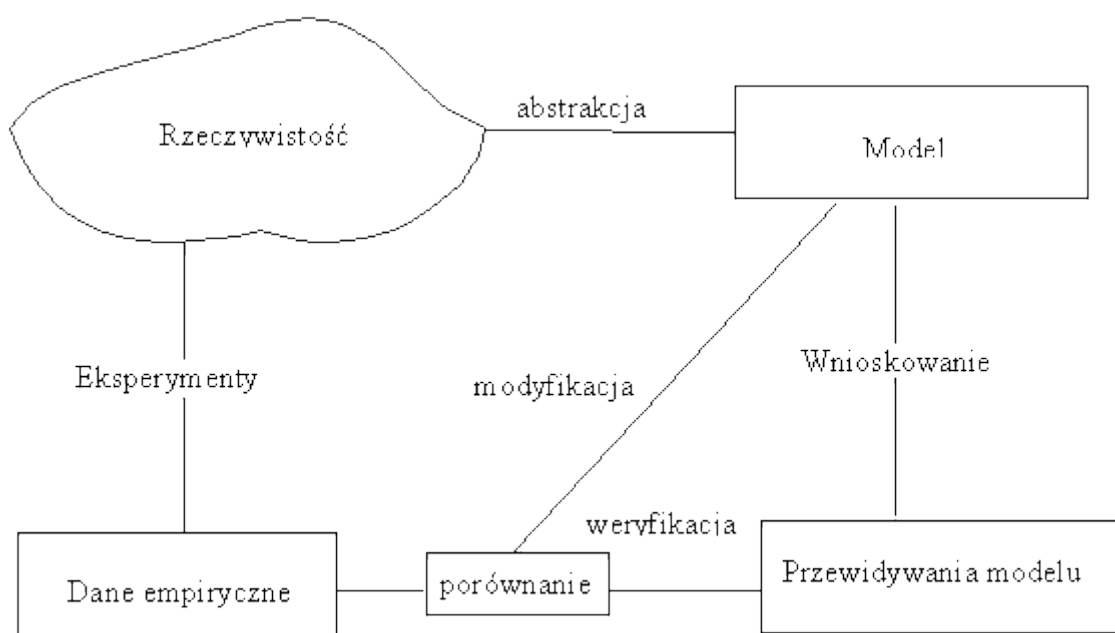
Próba zrozumienia umysłu to najbardziej interdyscyplinarne i trudne przedsięwzięcie, jakie można sobie wyobrazić. Nie mam wątpliwości, że jest to największe wyzwanie przed którym obecnie stoi nauka i że jest to najbardziej fascynująca, w pewnym sensie być może już ostatnia, intelektualna przygoda ludzkości. Z punktu widzenia neurobiologii na

zjawiska umysłowe wpływają na procesy zachodzące na poziomie pojedynczych molekuł (rozmiary rzędu  $10^{-10}$  m) jak i całego układu nerwowego (1 m). Psycholodzy tworzą czysto opisowe teorie ignorujące neurobiologię, a specjaliści od sztucznej inteligencji idą jeszcze dalej tworząc modele umysłu oparte wyłącznie na przetwarzaniu informacji w postaci symboli. Zadaniem kognitywistyki jest tworzenie modeli umysłu zgodnych z wszystkimi gałęziami wiedzy, a więc wielka integracja wyników badań z wielu niezależnych dziedzin. W ostatnim dziesięcioleciu w naukach kognitywnych nastąpił ogromny postęp i czas już najwyższy, by i w Polsce rozwinęły się one w odrębną gałąź nauki.

W tym artykule postaram się nakreślić historię powstania kognitywistyki, motywację do jej rozwoju, główne problemy i cele, które przed sobą stawia. Najpierw warto się jednak chwilę zastanowić się, czego się możemy spodziewać po badaniach nad umysłem.

### Co to znaczy "rozumieć" ?

Pytanie tu postawione - co to znaczy rozumieć - jest wbrew pozorom bardzo praktyczne i konkretne. Rozumienie zakłada pewien język, znajomość pojęć w ramach których układa się nam obraz całości. Zrozumienie to odwołanie się do pewnego modelu świata. Dla człowieka doszukującego się we wszystkim woli Boga choroba jest karą za grzechy i w takim modelu rzeczywistości jest to adekwatne wyjaśnienie. Dla człowieka szukającego wyjaśnień w ramach magicznego modelu świata zrozumienie oznacza odkrycie, kto rzucił urok na chorego. Dla człowieka szukającego wyjaśnień w ramach współczesnej medycyny zrozumienie choroby może oznaczać ustalenie rodzaju zakażenia. Ze zrozumienia wynika pewne działanie: religijne zrozumienie pociąga za sobą modlitwę jako lekarstwo, zrozumienie magiczne wypędzanie demonów, a zrozumienie naukowe najczęściej prowadzi do stosowania terapii oferowanych przez współczesną medycynę. Skuteczność każdego z tych działań może być różna, a efekty tłumaczone są znowu w ramach danego modelu świata. Te same wrażenia zmysłowe i procesy myślowe pogrupować można w różne kategorie. By dotrzeć do człowieka trzeba nauczyć się patrzeć na świat jego oczami – doskonale wiedzą o tym antropolodzy.



Badania naukowe polegają na tworzeniu coraz bardziej precyzyjnych modeli

Naukowy model rozumienia świata jest niewątpliwie najbardziej skuteczny i w najpełniejszy sposób opisuje rzeczywistość. Żaden inny model nie pozwala odpowiedzieć

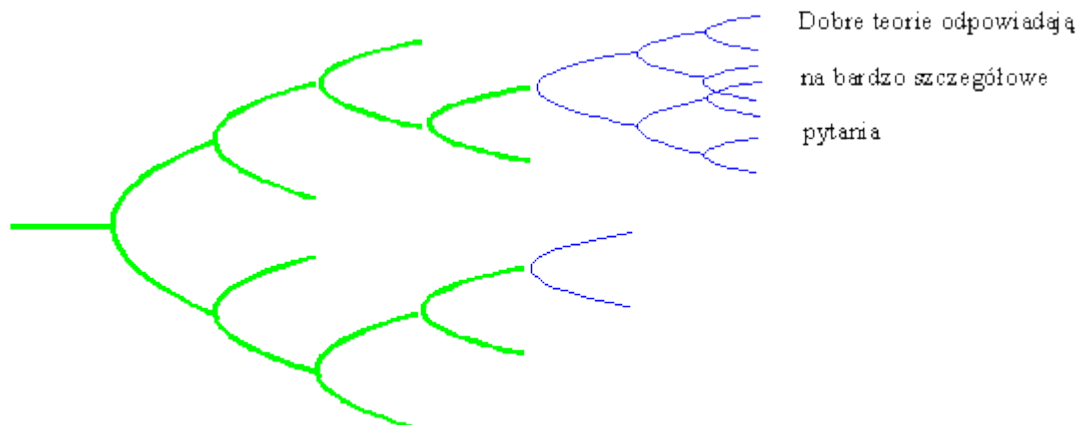
w równie precyzyjny sposób na szczegółowe pytania dotyczące świata, nie pozwala na budowanie urządzeń technicznych przesyłających przy pomocy niewidzialnych promieni dźwięki i obrazy. Żaden inny model nieustannie nie kwestionuje uznanych przez siebie prawd i nie przypomina, iż jest tylko przybliżeniem, modelem a nie prawdą ostateczną. Z tego punktu widzenia inne modele, roszczące sobie pretensje do wiedzy absolutnej, są dla wielu ludzi bardziej satysfakcjonujące, gdyż nie pozostawiają ich w niewiedzy. Wszystko znajduje proste wyjaśnienie, wszystkie zdarzenia odnoszone są do "ja" ustawianego w centrum świata. Nauka odmawia nam takiego komfortu. Rozumienie naukowe zakłada znajomość specjalistycznego języka, często bardzo odmiennego od języka używanego na co dzień podczas gdy inne modele posługują się najczęściej językiem potocznym. Język ten pełen jest metafor, których nie należy oceniać w kategorii prawdy czy fałszu lecz jedynie w kategorii ich użyteczności dla powiązania licznych faktów między sobą. Podstawowe pojęcia nauk przyrodniczych, takie jak czas i przestrzeń, są abstrakcjami, bardzo płodnymi metaforami mającymi niewiele wspólnego z subiektywnym poczuciem przestrzeni i czasu.

Dobrym przykładem ilustrującym specyfikę podejścia naukowego do rozumienia świata jest teoria ewolucji. Jest to chyba najczęściej krytykowana teoria naukowa, jednakże jeśli przyjrzeć się krytyce łatwo dostrzec, jak bardzo jest ona bezpłodna. Wrogowie teorii ewolucji to przede wszystkim kreacjoniści, opierający się na dosłownym rozumieniu historii stworzenia świata opisanej w Biblii. Niektórzy z nich są specjalistami w dziedzinie nauk społecznych lub inżynierskich, nie rozumieją jednak istoty samej teorii ewolucji i kontrowersji pomiędzy specjalistami w tej dziedzinie. Teoria jest interesująca tylko wtedy, jeśli jest płodna, jeśli pozwala na stawianie bardzo szczegółowych pytań. Bez wątplenia teoria ewolucji jest taką teorią, szczególnie w połączeniu z genetyką i biologią molekularną, dając bardzo szczegółowy obraz drzewa filogenetycznego i wyobrażenie o pokrewieństwie organizmów żywych nie tylko na poziomie ich ogólnej budowy, lecz również na poziomie ich materiału genetycznego. Dawkins (1994, s. 74) przytacza liczne przykłady języka, którym posługują się krytycy teorii ewolucji, pełnego zwrotów: " ... trudno wyjaśnić, ... trudno pojąć, ... trudno zrozumieć". Jednym trudno, innym łatwo, zależy to od przygotowania naukowego i od wyobraźni danej osoby. Bez wątplenia nauki kognitywne, nauki o naturze umysłu, mają również swoich kreacjonistów, którym trudno jest zrozumieć, że umysł jest funkcją mózgu.

Zrozumienie "intuicyjne" różni się od czysto intelektualnego. Żeby naprawdę coś przekazać musimy odwołać się do już posiadanej wiedzy danej osoby lub do jej bezpośrednich przeżyć. Słowa nabierają znaczenia tworząc w miarę spójny system odwołań do siebie nawzajem, ale w ostatecznym rozrachunku musimy sięgnąć do wspólnego mianownika, jakim jest indywidualne, subiektywne, bezpośrednio doświadczenie wewnętrzne nadające sens podstawowym symbolom języka. Człowiek myśli w oparciu o kategorie, które przyswaja sobie w dzieciństwie i w latach szkolnych. Pojęcia całkiem nowe trudno sobie w dojrzałym wieku przyswoić. Około 1600 roku znany matematyk Hieronimus Clavius udowodnił, że chociaż dla liczb jest prawdą iż  $(-2) \times (-3) = 2 \times 3$  to dla symboli  $(-a) \times (-b)$  nie równa się  $a \times b$ , pisząc: *umysł ludzki nie jest w stanie uchwycić powodów, dla których niewiadome i ich znaki zachowują się w taki sposób*. Teraz prawa mnożenia liczby ujemnych uczymy się w szkole podstawowej i nie wydaje nam się ono wcale niezrozumiałe. Odkrycie, że woda składa się z dwóch wybuchowych gazów było tak trudne do pojęcia, że pewien francuski chemik pragnąc udowodnić, że to jakaś bzdura i wydzielające się z wody gazy są tylko pęcherzykami powietrza, nabrał w płuca wodoru i dmuchnął w płomień. Poparzenie i utrata zębów przekonały tego niedowiarka - i pozostałych chemików - jak to naprawdę jest. Max Planck, który w 1900 roku odkrył kwanty, nigdy nie mógł się do swojego własnego odkrycia przekonać. Poczytał on słuszną uwagę: nowe idee nie zostają zaakceptowane dzięki temu, że starsi uczeni się do nich przekonują, tylko dzięki temu, że wymierają.

Współczesny system kształcenia nie stara się niestety ukształtować sceptycznego, zgodnego z nauką obrazu świata, ograniczając się jedynie do przedstawienia wiedzy specjalistycznej, fragmentarycznej. Podając zbyt wiele faktów nie znajduje się czasu na wyjaśnienia błędów w alternatywnych sposobach rozumowania. Wielu ludzi nie potrafi odróżnić astronomii od astrologii, ogromnie popularnej pseudonauki usiłującej przewidywać przyszłość lub określać charakter człowieka. Mało kto wie, że przy współpracy Brytyjskiego Towarzystwa Astrologicznego wykonano szczegółowe badania przepowiedni astrologicznych, polegające na korelacji wyników testów osobowości z datami urodzin. Wyniki, otrzymane przez astrologów, nie odbiegały od przypadkowego zgadywania (Nature 1985). Dlaczego więc tyle osób dopatruje się w horoskopach swoich cechy osobowości? Okazuje się, że człowiek nie potrafi rozpoznać wśród kilku przypadkowo wybranych opisów osobowości swojego własnego. Niewiele o sobie wiemy, stąd przy odrobinie dobrej chęci w każdym opisie doszukamy się opisu swoich cech. Nasza zdolność do samooszustwa, zwłaszcza w przypadku zagadnień związanych z naszą własną psychiką i zdrowiem, jest niewyobrażalna. Dobrym przykładem jest homeopatia, alternatywne podejście do medycyny opierające się na idei używania środków wywołujących podobne symptomy co choroba, przy czym środki te rozcieńczone są wodą w takim stopniu, że często nie pozostaje po nich w roztworze ani śladu. Badania statystyczne wykazują, że roztwór taki daje typowy efekt *placebo*, około 30% pacjentów odczuwa poprawę w wyniku autosugestii oraz naturalnego przebiegu choroby. Rezultaty badań nie wpływają jednak na spadek popularności aptek homeopatycznych.

Polska przeżywa dziś prawdziwy zalew pseudonaukowych terapii o niesprawdzonej skuteczności. Bez dokładnych badań porównawczych nie można twierdzić, że terapia jest skuteczna. Przez setki lat podstawową metodą leczenia było upuszczanie krwi. Chociaż w ten sposób skrócono życie ogromnej liczbie ludzi z pewnością nie brakowało i takich, którym się wkrótce po zabiegu z zupełnie niezależnych powodów trochę polepszyło. Korelacja wydarzeń nie oznacza jednak istnienia pomiędzy nimi związku przyczynowego. Jeśli jednej osobie się poprawi a dziesięciu pogorszy, to przedstawiciele paramedycyny posłużą się tą jedną osobą do reklamy a o pozostałych zapomną. Uczniowie szkół średnich i podstawowych nie mają pojęcia o krytycznym myśleniu i wpadają w przeróżne psychologiczne pułapki, uzależniając się od ideologii politycznych, sekt religijnych czy narkotyków. Na podstawie kilku obserwacji wyciągamy pochopne wnioski i wydaje nam się, że coś rozumiemy. Twierdzenie, że człowiek jest istotą rozumną wydaje się często przesadne - w książce *Rozum na manowcach* (1996) Stuart Sutherland opisał liczne przykłady irracjonalnych zachowań ludzi.



Nauka rozwija się zadając coraz bardziej szczegółowe pytania, nad którymi biedzi się coraz więcej ludzi. Z pytań bardziej ogólnych wyrastają nowe gałęzie nauki.

Teorie naukowe mogą wychodzić bezpośrednio od podstaw naszej wiedzy o świecie, czyli fizyki mikroświata, mogą też być teoriami fenomenologicznymi, to znaczy operować na

poziomie opisu złożonych zjawisk i posługiwać się pojęciami klasyfikującymi te zjawiska. Obydwa podejścia są równouprawnione i niewiele teorii fenomenologicznych udało się zredukować do teorii fundamentalnych, chociaż wielu uczonych wierzy, że redukcja taka jest w zasadzie możliwa. Dobrym przykładem jest biologia, chemia i fizyka. Czy opis procesów chemicznych da się zredukować do podstawowych zasad fizyki? Fizyka kwantowa dobrze opisuje małe cząsteczki i ich oddziaływania. Nie udało się dotychczas znaleźć ani jednego przypadku, w którym przewidywania tej teorii zawodzą. Z drugiej strony przewidywania te stają się coraz bardziej niepewne wraz ze wzrostem stopnia komplikacji układu, który opisuje. W praktyce dla opisu większych cząsteczek, interesujących dla chemików i biologów, stosuje się bardzo przybliżone metody i na podstawie otrzymywanych wyników nie można jednoznacznie powiedzieć, czy wszystkie ich własności wynikają z równań mechaniki kwantowej. Chemicy rozwinęli jeszcze przed powstaniem mechaniki kwantowej swój własny język, zbiór pojęć odwołujących się do własności cząsteczek, klasyfikujący te cząsteczki na różne sposoby. Większość z tych pojęć z punktu widzenia mechaniki kwantowej nie daje się dobrze określić. Chociaż teorie fundamentalne, takie jak mechanika kwantowa, pozwalają na odpowiedzi na konkretne pytania chemiczne (w tych przypadkach, gdy dają się zastosować) ich wpływ na praktykę chemików, na pojęcia, którymi się posługują w pracy doświadczalnej, nie jest duży. Z teorii fundamentalnych nie wyłoniło się wyjaśnienie pojęć chemicznych ani nie pojawiły się nowe koncepcje, przydatne chemikom, chociaż jesteśmy przekonani, że z chwilą odkrycia mechaniki kwantowej chemia stała się częścią fizyki.

W jeszcze większym stopniu jest to widoczne w przypadku biologii. Powinna się ona zredukować do chemii i fizyki. Na poziomie podstawowym tak się w znacznym stopniu stało, biologia molekularna jest częścią biochemii, metody fizyczne, takie jak dynamika molekularna, stosuje się przy modelowaniu białek. Nie wydaje się prawdopodobnym by konieczna była jakaś specjalna "siła witalna", jak to jeszcze 50 lat temu postulowano. Postępy w komputerowych symulacjach układów złożonych pokazują, w jaki sposób życie powstać mogło w układach, których zachowanie się jest prawie chaotyczne. Być może w przyszłości uda się nawet prześledzić drogą komputerowych symulacji dróg ewolucji niektórych gatunków poprzez mutacje ich kodu genetycznego. Medycyna w coraz większym stopniu opiera się na biochemii i biologii molekularnej. Z drugiej strony tradycyjne działy biologii i medycyny, podstawowy język nauk biologicznych dotyczący np. fizjologii czy patologii oparty jest na obserwacjach cech i klasyfikacji tych obserwacji. Chociaż doszukać się możemy mechanizmów biofizycznych czy biochemicznych, leżących u podłoża tych obserwacji, nie spodziewamy się, by wszystkie pojęcia biologiczne uległy redukcji do poziomu fizyki i chemii.

Richard Dawkins w swojej znakomitej książce "Ślepy zegarmistrz" zwrócił uwagę na kilka istotnych aspektów dotyczących zrozumienia naukowego. Nasze intuicje dotyczące świata są często całkowicie błędne, zarówno w odniesieniu do teorii ewolucji jak i do własnego umysłu. Jeśli spotykamy w literaturze informacje o tym, że nauka czegoś nie rozumie, że nie wiemy jak to jest lub nie można sobie tego wyobrazić, to wcale nie znaczy, że tak jest naprawdę. Należy to raczej odczytać w bardziej osobisty sposób: nie wiem, nie potrafię dostrzec mechanizmu, wydaje mi się, że inni też nie wiedzą, nie chcę się przyznać do swojej niewiedzy. Jeśli jest to opinia wybitnego eksperta w danej dziedzinie można do niej przywiązywać pewną wagę, nie większą jednak niż do opinii innych ekspertów w tej dziedzinie. Nawet wybitni naukowcy wypowiadający się na tematy odległe od ich specjalności, na przykład na tematy dotyczące umysłu lub funkcjonowania mózgu, mogą całkowicie rozmijać się ze stanem współczesnej wiedzy i ich opiniami nie należy się sugerować.

## Zrozumienie umysłu

Kiedy przechodzimy do zagadnień związanych z mózgiem i kwestii psychologicznych postulat redukcjonizmu jest jeszcze bardziej dyskusyjny. Stosunek świata psychiki do świata materii jest jednym z najstarszych tematów filozoficznych. Nie ma wątpliwości, że istnieją wpływy wzajemne materii na umysł: niewielkie ilości środków chemicznych zmienić mogą kompletnie nasz sposób widzenia świat i wywołać liczne halucynacje. Wpływ umysłu na materię jest już jednak dyskusyjny: czy naprawdę myśl jest czymś pierwotnym, niezależnym, czy też wynikiem procesów zachodzących w mózgu, a więc czymś wtórnym w stosunku do zjawisk materialnych? Jest to w zasadzie pytanie o istnienie wolnej woli. Czy umysł jest naprawdę produktem mózgu czy też mózg jest tylko odbiornikiem zjawisk świata psychicznego, jak chcą dualiści? Niezależnie od odpowiedzi na te pytania nasza wiedza o tym, w jaki sposób wyjaśnić zjawiska psychiczne przez zjawiska elektryczne i biochemiczne w mózgu jest jeszcze daleko niekompletna. Redukcyoniści mają nadzieję, że w dłuższym okresie czasu uda się wyjaśnić zjawiska psychiczne poprzez procesy zachodzące w mózgu. Czy wyjaśnienie takie może zastąpić codziennie używane pojęcia? Czy nasze przyjemności, odczucia, odruchy, przekonania wystarczy wyjaśnić przez wzbudzenia odpowiednich struktur mózgu? Takie wyjaśnienia nigdy nie zastąpią języka naturalnego, wykształconego w oparciu o fenomenologiczne klasyfikacje zachowań indywidualnych i społecznych człowieka.

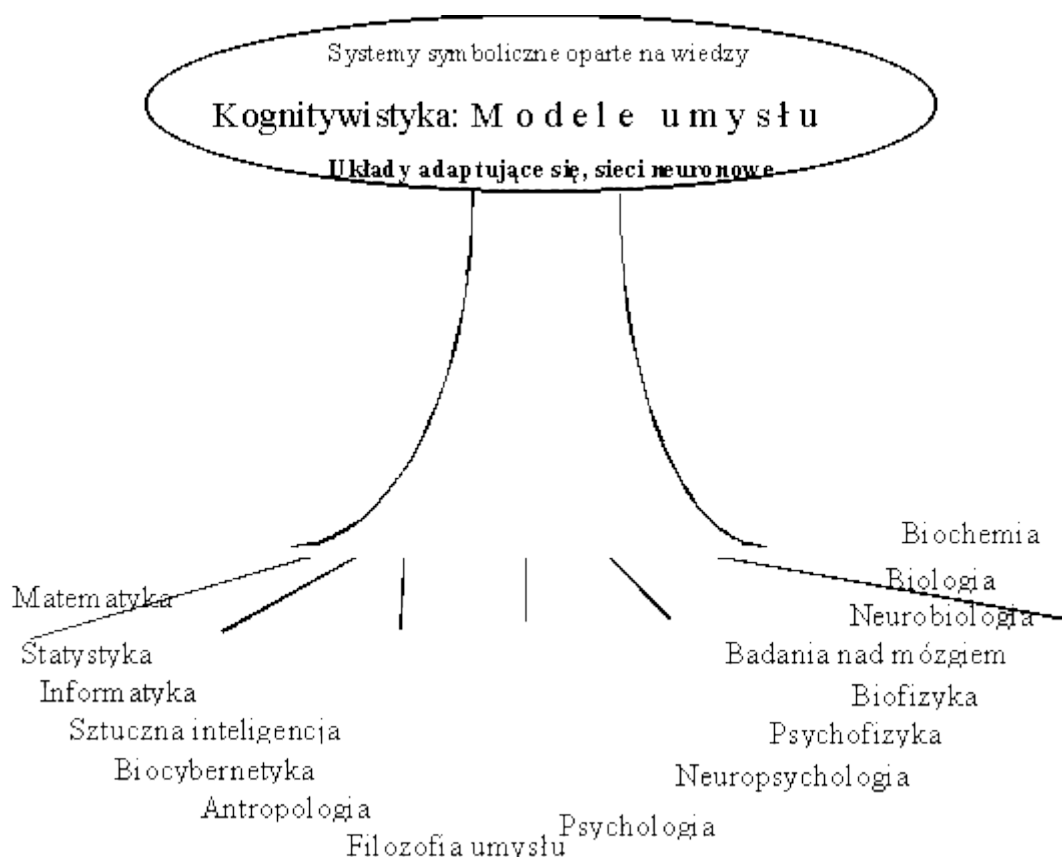
Jaka jest przyczyna trudności redukcjonizmu? Teorie podstawowe dają nam bardziej szczegółowe możliwości przewidywania, niestety nie potrafimy ich stosować do naprawdę interesujących, skomplikowanych przypadków, gdyż są zbyt trudne. Z układów złożonych wyłaniają się istotnie nowe jakości. To nie sama ilość elementów układu złożonego przechodzi w jakość, lecz oddziaływania pomiędzy tymi elementami wytwarzają nową organizację a w efekcie nową jakość. Z drugiej strony redukcjonizm jest najbardziej płodną hipotezą badawczą i można zaryzykować twierdzenie, że wyjaśnienia zjawisk dopiero wtedy są pełne, gdy odnoszą się do języka nauk podstawowych, czyli fizyki. Jeśli pojawiają się głosy krytykujące redukcjonizm to najczęściej chodzi nie tyle o samą zasadę co o zbyt uproszczone modele. Słynny "Raport Rzymski" określający granice wzrostu i przewidujący wielką katastrofę oparty był na modelu ekonomii świata w którym było pięć zmiennych parametrów. Dzisiaj tworzy się modele zawierające dziesiątki tysięcy zmiennych i w dalszym ciągu jest to zbyt mało by w pełni opisać złożoność makroekonomicznych procesów.

Inny aspekt trudności związanych z próbą rozumienia świata zauważył Immanuel Kant. Fizyczne cechy zwierząt są odbiciem środowiska, w którym zwierzęta się rozwijały. Jak mówi słynny etolog, Konrad Lorenz, kopyto jest odbiciem płaskiego terenu stepowego, oko odbiciem światła, skrzydło odbiciem powietrza a płetwa ryby wody. Oznacza to niemal doskonale dopasowanie się struktur organizmów do warunków, w których powstawały. Każde przystosowanie jest pewnym poznaniem środowiska przez organizm. Kant odkrył pewne wrodzone (aprioryczne) struktury poznania u człowieka. Doprowadziło go to do rezygnacji z możliwości dowiedzenia się czegokolwiek o realnym świecie. W obserwacjach i doświadczeniach, które prowadzimy, odnajdujemy wrodzone nam struktury myślenia, postrzegania, wyobrażenia, a według Kanta ze względu na swoją aprioryczną naturę nie mają one związku ze światem realnym. Obserwując nie dowiadujemy się niczego o świecie, widzimy jedynie siebie. Rozwiązaniem tego problemu jest oczywiście stwierdzenie, że nasze aprioryczne formy myślenia są wykształconym na drodze ewolucji odbiciem pewnych struktur i regularności świata realnego, nasze spostrzeżenia nie są więc tak całkiem niezależne od rzeczywistości. Jest to jednak subtelny argument i wielu uczonych sądzi, że naszych pojęć o rzeczywistości fizycznej nie należy utożsamiać z obiektywnie istniejącymi elementami rzeczywistości, lecz jedynie z tworzeniem sobie obrazu rzeczywistości przez pewien określony sposób jej badania. Od nastawienia

pytającego zależą nie tylko odpowiedzi na zadawane pytania, lecz również sam wybór pytań.

Czy istnieje inny, alternatywny język pozwalający na zdobywanie wiedzy? Zwolennicy "nowego wieku" od czasu do czasu próbują rozszerzyć ramy tradycyjnych nauk o pomysły Rudolfa Steinera, Ruperta Sheldrake'a czy Jamesa Lovelocka, twierdząc, że wartość eksperymentalną mają również odczucia ludzi w zmienionych stanach świadomości. Z punktu widzenia neo-animistów czy zwolenników new age to robienie powtarzalnych eksperymentów mija się z celem, np. Doświadczenie mistycznej unii ma świadczyć o obecności świadomości w roślinach itp. Natura świadomości nie może się ujawnić w eksperymentach zakładających dualistyczne podejście do świata. Jednakże tego typu teorie nigdzie nie prowadzą i łatwo jest zauważyć, że ich zwolennicy ulegają złudzeniom i omawiają wkoło te same rezultaty zdyskredytowanych eksperymentów. Jak zobaczymy w dalszych rozdziałach bardzo łatwo jest, szczególnie w psychologii czy biologii, otrzymać błędne rezultaty eksperymentów a sformułowane w oparciu o takie rezultaty hipotezy nabierają własnego życia i przez dziesiątki lat traktowane są przez pseudonaukową prasę jako wielkie odkrycia. Sheldrake namawia do prowadzenia własnych eksperymentów uważając, że naukę uprawiać może każdy, ale nic bardziej błędnego: specjaliści naprawdę nie mają czasu na wykrywanie elementarnych błędów w prowadzonych przez amatorów doświadczeniach. Jednakże pisma, zajmujące się takimi zagadnieniami jak świadomość, niezbyt dobrze jeszcze rozumianymi, w trosce o otwartość przepuszczają prace mające jedynie pozory naukowości, w efekcie udzielając im pewnej legitymizacji (por. A. Nagel, 1997)

Język, pozwalający nam opisać w zadowalający sposób działanie mózgu dopiero się tworzy. Można zaryzykować paradoksalne stwierdzenie, iż wszystko co udało się dotychczas zrozumieć jest proste. Dzieje się tak dlatego, że za każdym razem gdy tworzona jest nowa koncepcja jest ona jedynie drobnym krokiem na drodze rozwoju. Korzystając z już istniejącego specjalistycznego języka możemy dodawać nowe koncepcje, łatwo dla specjalistów zrozumiałe. Uświadamiamy sobie, jak trudno jest zrozumieć pewne sprawy, dopiero wówczas, gdy usiłujemy tłumaczyć je studentom i potrzebny jest na to cały rok! Jeśli coś wydaje się skomplikowane, to być może nie znaleźliśmy jeszcze odpowiedniego punktu widzenia ani nie stworzyliśmy odpowiedniego języka, w którym sytuację da się prosto opisać. Jak głosi chińskie przysłowie nawet długą podróż odbyć można idąc małymi krokami.



Odrębnym zagadnieniem jest rola matematyki w poznaniu naukowym. Można wysunąć twierdzenie, iż matematyka jest zbyt ważna by ją pozostawić matematykom. Budujemy modele w oparciu o symbole odnoszące się do lepiej lub gorzej określonych kategorii. Korzystamy z idei, które często rozwijały się całe wieki zanim nie nauczyliśmy się spostrzegać rzeczywistości przez ich pryzmat. Matematyka oferuje nam bardziej ogólny język, niż tylko opis słowny. Nie trzeba się jej bać, jak często robią to osoby o skłonnościach humanistycznych. Wszystko, o czym da się mówić, można ująć w pewien model matematyczny, nawet jeśli mówimy w sposób bardzo mglisty. Z drugiej strony nie wszystkie modele matematyczne dają się wyrazić przy pomocy słów języka potocznego. Matematyka oferuje więc szersze możliwości opisu rzeczywistości. Nieskończony, Platoński świat idealnych form matematycznych istnieje w potencjalny sposób. Ponieważ liczba takich form jest nieskończona niektóre z nich muszą przydać się do konstruowania modeli rzeczywistości. Istnienie potencjalne jest bardzo subtelnym zagadnieniem filozoficznym - dopiero w momencie rozpoznania jakiejś formy przez umysł istnienie to aktualizuje się. Świat sztucznych form biologicznych, nazywanych przez Dawkinsa "biomorfami", w potencjalny sposób istniał zawsze, dopiero jednak komputerowe eksperymenty Dawkinsa zamieniły to potencjalne istnienie na aktualne.

Nie jest prawdą, że całkowicie nie rozumiemy, czym jest umysł. Nie jest również prawdą to, że w pełni rozumiemy już działanie umysłu lub mózgu. O mózgu, wbrew powszechnym opiniom, wiemy już bardzo dużo. Niestety, chociaż prawda zawsze jest prosta, to jest prosta dla specjalistów a w dzisiejszych czasach nie ma już specjalistów od wszystkich dziedzin nauki. Próba przedstawienia wiedzy współczesnej na temat mózgu musi być z konieczności bardzo fragmentaryczna i musi odwoływać się do wielu różnych nauk operujących specyficznymi pojęciami. Czego możemy się spodziewać po takiej próbie? Jak zwykle w nauce oczekujemy stworzenia modelu pozwalającego na formułowanie szczegółowych pytań i przewidującego odpowiedzi na te pytania. Model jest zawsze przybliżeniem do rzeczywistości, lecz w przypadku umysłu mamy wyjątkową sytuację. Przypuśćmy, że uda się nam stworzyć bardzo szczegółowy model czyjegoś umysłu pozwalający wyjaśnić, czym jest świadomość, uczucia, przewidzieć wszystkie reakcje



danego człowieka. Czy zniknie wówczas poczucie tajemnicy istnienia, zdumienie wynikające z refleksji nad bytem, czy wyjaśnione uczucia stracą swoją intensywność? Żaden model naukowy nie zastąpi rzeczywistości.

Może się nawet okazać, że pełne zrozumienie umysłu nie jest konieczne do jego budowy. Czy nie można, znając pewne ogólne zasady działania układu nerwowego, zbudować dobrze działającego modelu? Do budowy urządzeń technicznych nie jest bowiem konieczna pewna i szczegółowa teoria. Przykładem może tu być samolot. Do tej pory nie mamy pełnej teorii lotu ptaków: nie można ich lotu testować w komorach aerodynamicznych, budowa skrzydeł, upierzenie, sposób ich poruszania, wszystkie cechy biologiczne trudno jest opisać przy pomocy prostych modeli. Kiedy bracia Wright rozpoczęli swoje próby lotów o prawach aerodynamiki wiedzano bardzo niewiele i wielu ludzi nie wierzyło, że latanie jest możliwe. Obecnie okazuje się, że lata spadochron ślizgowy, lotnia, szybowiec, skrzydło typu delta, wiele typów raket. Jeszcze bardziej skrajnym przykładem jest rower, motocykl i samochód: pojazdy te zastąpiły konie chociaż z ich budową nie mają nic wspólnego.

Pełne zrozumienie jakiegokolwiek obiektu rzeczywistego nie jest możliwe. Fizycy w dalszym ciągu pracują nad atomem wodoru w bardzo silnych polach elektromagnetycznych, a cząsteczka wodoru jest tak skomplikowana, że daleko nam jeszcze do szczegółowego zrozumienia wszystkich subtelności jej zachowania. Czy oznacza to, że umysł nie może zrozumieć samego siebie? Jest to często zadawane pytanie, ale odpowiedź zależy oczywiście od tego, co to znaczy zrozumieć. Ani atomu wodoru, ani pojedynczej komórki, w której w ciągu sekundy zachodzi ponad 100 tysięcy biochemicznych reakcji, nie możemy zrozumieć w pełni, jednak mamy poczucie, że ogólnie rozumiemy ich zachowanie. To samo dotyczy umysłu - możemy zrozumieć wiele, nabrać poczucia, że nie jest on tak wielką tajemnicą, jak się nam to dotychczas wydawało.

Naszym celem jest zrozumienie sposobu działania umysłu. Ludzkość rozwinęła na ten temat wiele różnych teorii. W ramach prostych modeli pozwalają one na pewne zrozumienie umysłu, nie jest ono jednak wystarczające dla zbudowania funkcjonalnego modelu działającego w zbliżony do niego sposób. Jedynie zrozumienie działania mózgu, sposobu w jaki jego praca prowadzi do konstrukcji wewnętrznego modelu rzeczywistości, daje nam szansę na pełniejsze zrozumienie umysłu. Wymaga to wiedzy pochodzącej z różnych dziedzin: wiedzy o rzeczywistej konstrukcji mózgu oraz układu nerwowego, organizacji struktur mózgu na poziomie neuronowym lecz również wiedzy o składzie biochemicznym i reakcjach zachodzących w neuronach. Zrozumienie zakłada więc zbudowanie różnych modeli, dających nam szczegółowe odpowiedzi na pytania dotyczące sposobu funkcjonowania umysłu. Pewne jakościowe zrozumienie umysłu można zdobyć bez wnikania w szczegóły funkcjonowania mózgu – tak właśnie postępowała początkowo psychologia.

## Kognitywistyka: krótka historia

Dążenie do zrozumienia siebie, zanim jeszcze ludzie uświadomili sobie, gdzie mieści się to "siebie" (starożytni Grecy sądzili, że mózg ma ochładzać krew a dusza mieści się w wątrobie) znacznie wyprzedza rozwój myślenia naukowego. Dążenie to znalazło odbicie w prądach mistycznych pojawiających się we wszystkich religiach świata. W indyjskiej jodze i w wielu szkołach buddyzmu (Chan, Zen, Chogye, wielu szkołach tybetańskich) pojawiają się systematyczne metody zmierzające do głębszego zrozumienia świadomości przez wnikliwą introspekcję. Koniec wieku XIX przynosi odkrycie podświadomości i rozwój szkół psychoanalitycznych i psychologii głębi. W pewnym sensie introspekcja jest nadal jedyną metodą zrozumienia siebie i swoich prawdziwych dążeń: nauka opisuje, tworzy modele, daje władzę nad światem, ale nie mądrość i zrozumienie.

Szybki rozwój nauki rozpoczął się wraz z odkryciem metod eksperymentalnych przez Galileusza na początku XVII wieku. Metody te nie zostały jednak szybko zastosowane do

badania natury ludzkiego umysłu. Pierwsze laboratoria psychologiczne pojawiają się dopiero w drugiej połowie XIX wieku. Przyczyną tak dużego opóźnienia była filozoficzna postawa większości badaczy uznająca umysł za coś tak odmiennego, iż nie można tego badać naukowymi metodami. Do pewnego stopnia postawę taką spotykamy nawet dzisiaj. Wiek XVII i XVIII zajęły dyskusje filozoficzne, rozpoczynające się od Kartezjusza. Choćby były one bardzo interesujące, a niektórzy badacze, tacy jak angielski lekarz David Hartley (1749), słusznie doszukiwali się przyczyn wrażeń umysłowych w wibracji nerwów, uczenia się w asocjacji tych wibracji, traktując umysł jako funkcje mózgu, to brak systematycznych eksperymentów nie pozwalał na jednoznaczne rozstrzygnięcie żadnej kwestii dotyczącej natury umysłu. Jedną z pierwszych teorii popartych eksperymentami okazała się zresztą całkowicie błędna! Josef Gall i Johan Spurzheim, medycy i anatomowie, opracowali bardzo szczegółową teorię lokalizacji funkcji mózgu, znaną jako **frenologia**. Ich wkład w opis anatomii mózgu był znaczny (między innymi opisali spoidło wielkie i podział na szarą i białą materię w rdzeniu kręgowym). Frenologia opierała się na hipotezie łączącej rozwój struktur kory mózgu z wypukłościami i wklęsłościami czaszki. Cechy umysłu i charakteru usiłowano więc związać z kształtem czaszki, czyli kranioskopią. W pierwotnym systemie Gall wyróżnił 27 takich obszarów, związanych ze skłonnościami do stałości, ostrożności, duchowością, kochliwością, opiekuńczością, zdolnościami językowymi i wieloma innymi.

Gall i Spurzheim poczynili tysiące obserwacji potwierdzających ich system. Jest rzeczą zdumiewającą, że pomimo swojej wiedzy anatomicznej nie dostrzegli oni, iż kształt czaszki nie ma wiele wspólnego z kształtem mózgu. System ochrony mózgu przed uszkodzeniami mechanicznymi jest dość skomplikowany i składa się z trzech struktur, zwanych oponami. Pomiedzy czaszką i oponą pajęczą a przylegającą do mózgu oponą naczyniową znajduje się płyn mózgowo-rdzeniowy, którego rolą jest chronić mózg przed zmianami ciśnienia i wstrząsami. Kora mózgowa jest istotnie w znacznym stopniu odpowiedzialna za wyższe czynności poznawcze, ale wybrane przez frenologów cechy były tak mgliste i trudne do zdefiniowania, że trudno im przypisać precyzyjną lokalizację a większość z nich z pewnością jej nie ma. W całej historii frenologii widoczny jest efekt dobrych chęci eksperymentatora, nie pozwalający na porzucenie z góry przyjętych założeń. Frenologia została wyśmiana głównie z powodu głoszenia poglądów, które okazały się być prawdą: umysł jest wynikiem działania mózgu, wiele cech charakteru to cechy wrodzone a mózg składa się z lokalnych obszarów pełniących wyróżnione funkcje. Fałszywe idee, raz rozpowszechnione, umierają bardzo powoli i do dziś można zapewne znaleźć zwolenników frenologii.

Niektóre badania pierwszych psychologów zdawały się potwierdzać pogląd o niezwyklej naturze umysłu, gdyż oparte na introspekcji wyniki doprowadziły do znacznego zamętu. Pierwsze laboratorium zajmujące się eksperymentalnym badaniem umysłu zostało założone w 1879 roku w Lipsku przez Wilhelma Wundta. Podstawowym założeniem podejścia opartego na introspekcji było to, że każdy z nas najlepiej wie, co się w jego umyśle dzieje i po odpowiednim przygotowaniu będzie mógł to dokładnie opisać. Typowe eksperymenty polegały na badaniu skojarzeń i mierzeniu czasów reakcji. Analiza treści świadomości pomiędzy pojawieniem się skojarzenia a odczytaniem danego słowa była trudna i doprowadziła do dyskusji o roli myślenia bez konkretnych obrazów i świadomości pozbawionej konkretnej treści. Laboratoria psychologiczne donosiły o wynikach zgodnych z lokalnie przyjętymi założeniami. W USA kładziono nacisk na pragmatyczne podejście do psychologii, a zwłaszcza zastosowania w edukacji. Edward Thorndike rozwinął teorię uczenia się badając efektywność karania i nagradzania (przede wszystkim na zwierzętach), a rozważania nad zawartością świadomości były w tym celu mało przydatne. Zagadnienia związane ze świadomością a nawet sama koncepcja istnienia świadomości stała się bardzo podejrzana. Około 1920 roku rozwijająca się szkoła behawiorystów przypuściła atak na "subiektywne pojęcia", takie jak wrażenia, postrzeganie, cel, myślenie czy uczucia. Wszelkie próby stworzenia teorii umysłu uznane zostały za nienaukowe (wielu psychologów do dziś obawia się posądzenia o nienaukowy charakter swoich

badań), behawiorysta zajmował się tylko obiektywnie mierzalnymi wielkościami dotyczącymi reakcji na bodźce i opisującymi zewnętrzne zachowania. Przez następne 40 lat głównym obiektem badań stał się szczur w labiryncie.

Zwolennicy introspekcji naiwnie sądzili, że obserwacja swojego umysłu doprowadzi do zrozumienia sposobu jego działania. Behawiorysty tak wystraszyli się problemów subiektywnej interpretacji, że uznali, iż umysł nie istnieje, jest źle określoną koncepcją, spuścizną średniowiecza, podobnie jak koncepcja duszy. Trudno obecnie zrozumieć, w jaki sposób behawiorysty mogli na tak długo zdominować naukę nie dopuszczając do tworzenia modeli umysłu. Fizycy na początku XX wieku stworzyli bardzo abstrakcyjne teorie budowy atomów i molekuł, zakładając istnienie struktur, których nie można było bezpośrednio obserwować. Psychologia mogła pójść w podobnym kierunku, ale zrobiła to dopiero pod wpływem rozwoju teorii informacji i obliczeń, a zwłaszcza rozwoju komputerów. W czasie drugiej wojny światowej rozwinęły się też znacznie badania nad psychologią działania, a więc czynności ruchowych, manipulacyjnych, komunikacyjnych i operacji myślowych. Obsługa urządzeń technicznych musi uwzględniać możliwości przetwarzania informacji przez człowieka. Doprowadziło to do powstania nowej dziedziny wiedzy, zwanej ergonamią.

W połowie lat 50. pojawiły się pierwsze idee stworzenia sztucznej inteligencji, a więc rozwiązywania zagadnień, dla których nie istnieje algorytm prowadzący do rozwiązania. Ambitne projekty Allena Newella i Herberta Simona, takie jak "General Problem Solver" ("Ogólny Rozwiązywacz Problemów"), nie doprowadziły co prawda do stworzenia uniwersalnych inteligentnych programów ale pomogły lepiej zrozumieć złożoność zagadnienia i naturę inteligencji. Wkrótce po powstaniu komputerów wydawało się, że stworzenie sztucznej inteligencji to kwestia krótkiego czasu. Pokładano wówczas wielkie zaufanie w logice i sposobach rozumowania z niej się wywodzących. Sztuczna inteligencja poszukiwała "algorytmu myślenia", ogólnych zasad rozwiązywania problemów. Chociaż udało się osiągnąć liczne ciekawe rezultaty już w latach 60-tych zaczęto zdawać sobie sprawę, iż nie ma prostej drogi do sztucznej inteligencji, nie ma ogólnych reguł czy algorytmów na myślenie, potrzebna jest obszerna wiedza, pewna reprezentacja wewnętrzna świata w programie, który ma przejawiać inteligentne zachowanie. Wiele nadziei po prostu się nie sprawdziło, łącznie z japońskim programem budowy komputerów 5 generacji z lat 1982-1994.

W celu uchwycenia w programie komputerowym zdrowego rozsądku rozpoczęto budowę systemu opartego na 100 milionach reguł, specyficznych dla różnych sytuacji! Okazało się bowiem, że ludzka wiedza tylko w niewielkim stopniu związana jest z ogólnymi zasadami rozumowania, a w znacznie większym stopniu oparta na wiadomościach i regułach specyficznych dla danej dziedziny czy problemu. Badania psychologiczne wykazały również, iż ogólne metody rozwijania inteligencji są mało skuteczne i przenoszenie zdolności do rozwiązywania problemów z jednej dziedziny na drugą nie jest łatwe. Jednym z najbardziej ambitnych projektów zmierzających do pobudzenia twórczego myślenia był rozpoczęty w 1979 roku przez rząd Wenezueli projekt Odyseja. Powołano specjalne "Ministerstwo Rozwoju Ludzkiej Inteligencji". Po paru latach okazało się, że uczniowie kształceni według tego programu radzili sobie znacznie lepiej przy rozwiązywaniu problemów podobnych do wcześniej poznanych ale ich przewaga przy zadaniach nowego typu zniknęła. Ocena tego i kilku podobnych programów wskazuje na silną zależność metod rozwiązywania problemów od dziedziny. Nie udało się znaleźć dobrej metody na uczenie myślenia (Garnham i Oakhill 1994).

Badania nad sztuczną inteligencją doprowadziły do nowego spojrzenia na umysł jako maszynę do przetwarzania informacji, wpływając zarówno na powstanie filozofii kognitywnej jak i psychologii kognitywnej. Informatyka pokazała, w jaki sposób z wielu prostych procesów przetwarzania informacji zbudować można procesy złożone, wykazujące pewne cechy inteligencji. Manipulacja symbolami przy pomocy niewielkiego

zbioru reguł pozwala na tworzenie nieskończenie wielu kombinacji. Algorytmy manipulowania symbolami powinny więc pozwolić, przynajmniej w zasadzie, na odtworzenie nieskończenie złożonego zachowania za pomocą mechanicznie wykonywanych mikroprocesów. Wynika stąd, że systemy przetwarzające informacje, takie jak ludzkie umysły, powinny się dać zrozumieć dzięki badaniu algorytmów oraz badaniu sposobu wewnętrznej reprezentacji pojęć, czyli związków symboli z tym, co one reprezentują. Pojęcie reprezentacji pozwala nadać sens formalnym manipulacjom symboli, gdyż wyniki takich manipulacji odnoszą się do rzeczywistych zdarzeń, do świata wykraczającego poza zbiór symboli. Tak rozumiana kognitywistyka poszukuje więc reguł przetwarzania informacji i bada reprezentacje używane przez umysł przy tworzeniu modelu świata. Procesy przetwarzania informacji są częściowo niezależne od fizycznego substratu, za pomocą którego są realizowane. Natura posłużyła się związkami węgla by na drodze ewolucji stworzyć mózgi, których funkcją są umysły. Człowiek posłużył się może krzemem by stworzyć sztuczne umysły przetwarzające informacje w podobny sposób, co nasze.

Takie ujęcie kognitywistyki stanowiło bez wątpienia postęp w stosunku do ujęcia behawiorystycznego. Do ostatecznego odrzucenia behawioryzmu przyczyniła się również lingwistyka. W szczególności badania Noama Chomskiego pokazały, iż subtelności dotyczące rozumienia języka nie można zrozumieć bez modelu opartego na przetwarzaniu informacji. Rozpoczęto poszukiwanie uniwersalnych reguł (ukrytej, głębokiej gramatyki) rządzących rozumieniem języka naturalnego. Wszystkie te tendencje doprowadziły do wyodrębnienia się psychologii kognitywnej od innych działów psychologii. Pierwszy podręcznik pod tytułem "Psychologia poznawcza", napisany przez Ulrica Neissera, pojawił się w 1967 roku. Pierwsze pismo o nazwie "Cognitive science" powstało dopiero w 1976 roku. W tym czasie rozpoczęto regularne organizowane interdyscyplinarnych konferencji w tej dziedzinie. W napisanym w 1976 roku artykule "Informatyka jako badania empiryczne" Allen Newell do spółki z Herbertem Simonem jasno przedstawili program badawczy kognitywistyki. Umysł jest w ich ujęciu systemem kontrolnym określającym zachowanie się systemu w jego skomplikowanych oddziaływaniach ze środowiskiem. Umysł dostarcza różnorodnych funkcji określających odpowiedzi organizmu na sytuacje środowiska. Dla każdej sytuacji (lub dla każdego typu sytuacji) odpowiedzi te mogą być różne, zależne nie tylko od aktualnego stanu środowiska, ale i od historii poprzednich oddziaływań. Język systemów kontrolnych pozwala przypisać im pewne cele. Realizacja tych celów wymaga posiadania wiedzy. Umysł jest systemem kontrolnym posiadającym liczne cele i wykorzystującym szeroką wiedzę. Systemy można opisywać na różnych poziomach, od składu molekularnego substancji z której są fizycznie zrobione do poziomu organizacji ich zachowania. Mówiąc o zachowaniu używamy języka intencji, celów, wiedzy. Na poziomie programu mówimy o instrukcjach, na poziomie sprzętowym mówimy o zachowaniu się sterowanych urządzeń, na poziomie opisu fizycznego o ich własnościach fizycznych. Poziom funkcjonalny opisu organizacji i zachowania jest według kognitywistów poziomem intencjonalnym. Różne systemy intencjonalne redukują się na różnych poziomach do poziomu molekularnego opisywanego przez prawa fizyki. Każdy z tych poziomów różni się jakościowo od siebie. Poziom intencjonalny jest po prostu jednym z poziomów opisu systemów działających w oparciu o wiedzę.

Takie ujęcie kognitywistyki, dominujące przez 20 lat, można nazwać klasycznym. Pomniejszało ono rolę rzeczywistych procesów neurofizjologicznych zachodzących w mózgu. Po raz drugi to właśnie lingwistyka przyczyniła się w znacznie mierze do ujawnienia ograniczeń ujęcia kognitywistyki opartego na przetwarzaniu informacji. Okazało się, że bardzo trudno jest zrobić dobre programy do analizy języka naturalnego. Jest to jedno z najważniejszych, a zarazem najtrudniejszych zadań sztucznej inteligencji. Trwający 12 lat japoński program budowy komputerów piątej generacji, oparty na klasycznym podejściu do kognitywistyki, nie przyniósł oczekiwanych rezultatów. W coraz większym stopniu zaczęto doceniać rolę mózgu i ciała jako maszyny implementującej

algorytmy zachowania. Nawet stosunkowo proste programy analizujące sens zdań muszą odwoływać się do modelu ciała, który pozwala na ustalanie relacji czasoprzestrzennych. Reprezentacje, nadające sens symbolom, wynikają przede wszystkim z naszej budowy biologicznej.

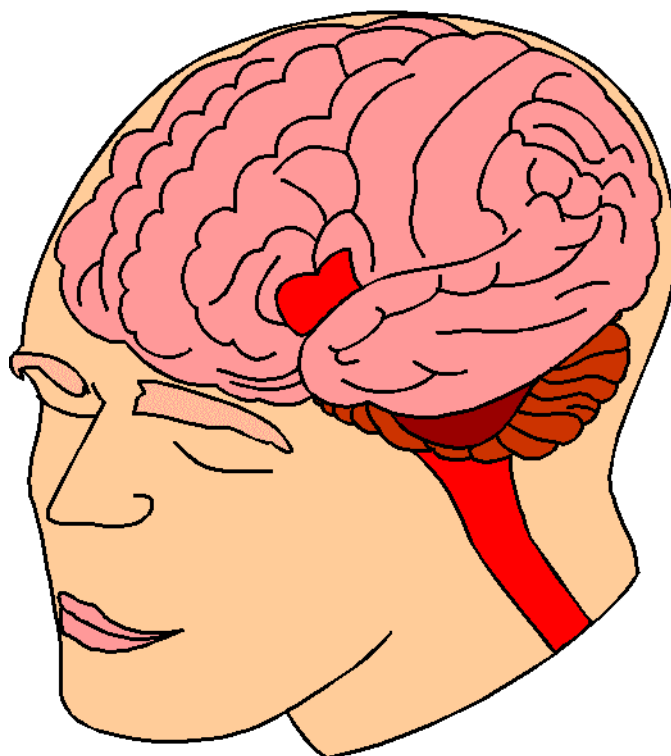
Badania nad mózgiem liczą sobie około 100 lat. Jeszcze w 1873 roku Sir John Ericksen, brytyjski chirurg królewski stwierdził: "Żołądek, klatka piersiowa i mózg będą na zawsze zamknięte przed penetracją mądrego chirurga". Przed wojną badano w zasadzie najprostsze odruchy (szkoła Pawłowa, amerykańscy behawioryści). Nestorem fizjologów mózgu w Polsce był Jerzy Konorski, uczonego światowej sławy, współpracownik Pawłowa. Jeszcze wcześniej działał Adolf Beck, który w pracy doktorskiej z 1890 roku opisał jako pierwszą czynność elektryczną mózgu, znaną obecnie jako czynność EEG (jego praca nie wpłynęła jednak na rozwój nauki).

Neurofizjolodzy usiłują opisać nasz "hardware poznawczy" na dość prymitywnym poziomie, psychologowie na poziomie bardzo wysokim. Jakie obszary leżą pomiędzy tymi dwoma skrajnościami? Prof. Żernicki, neurofizjolog, napisał: "Czynności psychiczne, które niewątpliwie są związane z pracą mózgu, stanowią dla fizjologa do tej pory całkowitą zagadkę. Nie potrafimy w tej chwili nawet wyobrazić sobie mechanizmu ich powstawania. ... osiągnięcie celu ostatecznego jest mało prawdopodobne." Podziela ten pesymizm: nie wydaje się by metody neurofizjologiczne dały nam zrozumienie działania umysłu, tak jak badanie reakcji telewizora przy zniekształceniach sygnału i pomiary prądów powierzchniowych na obudowie niewiele nam powiedzą o jego konstrukcji. By zrozumieć działanie urządzenia technicznego musimy je zbudować od nowa. Modelowanie układu nerwowego daje nam taką możliwość.

Kongres Stanów Zjednoczonych docenił problem badań nad mózgiem i dlatego ogłosił ostatnią dekadę XX wieku Dekadą Mózgu. Prezydent Bush odczytał proklamację zaczynającą się od słów:

Trzyfuntowa masa komórek nerwowych i ich wypustek, kierująca naszymi działaniami, jest najwspanialszym, a zarazem najbardziej tajemniczym, produktem aktu stworzenia.

Postępy neurobiologii w ostatnich latach są ogromne, coraz więcej wiemy o biochemicznej strukturze układu nerwowego, o roli czynników genetycznych w rozwoju mózgu i ich wpływie na choroby układu nerwowego. Polska ma piękne tradycje w badaniach neurofizjologicznych (Instytut Nenckiego istnieje od ponad 70 lat, szkoła neurofizjologii prof. Jerzego Konorskiego znana jest szeroko na świecie), neurobiologicznych, neurofarmakologicznych, neuropatologicznych i neurochemicznych, lecz wielkie braki w badaniach nad sztuczną inteligencją i komputerowym modelowaniem układu nerwowego. Dziedziny te nie są wcale wymieniane wśród nauk wchodzących w skład polskiego programu badań nad mózgiem. W Polsce pierwsza konferencja na temat sieci neuronowych odbyła się w 1994 r, ale niewielu jest badaczy zainteresowanych komputerowymi modelami działania mózgu, większość prac w dziedzinie sieci neuronowych dotyczy raczej zastosowań technicznych układów neuropodobnych. Tymczasem właśnie komputerowe podejście do badania działania mózgu, znane pod nazwą "computational cognitive neuroscience", czyli "obliczeniowych neuronauk kognitywnych", wydaje się najbardziej obiecujące. Nie uwzględnia ono niektórych szczegółowych zjawisk związanych z pracą mózgu człowieka czy zwierząt, np. procesów genetycznych lub niektórych zjawisk bioelektrycznych, daje jednak nadzieję na zrozumienie planu całości, na wyłonienie się nowej jakości z organizacji elementów neuronowych połączonych w podobny sposób, jak ma to miejsce w prawdziwym mózgu.



Kognitywistyka zajmuje się wszystkimi zjawiskami dotyczącymi umysłu, szczególnie zagadnieniami dotyczącymi sposobu postrzegania bodźców i oddziaływania umysłu ze światem i innymi umysłami. Zwykle wymienia się pięć nauk o podstawowym znaczeniu dla zrozumienia umysłu: są to pewne działy psychologii, sztucznej inteligencji, psycholingwistyki, nauk o mózgu oraz filozofii kognitywnej (filozofii umysłu). Można do nich dodać antropologię, psychofizykę, lingwistykę komputerową, sztuczne życie (artificial life), sieci neuronowe, algorytmy ewolucyjne, komputerowe widzenie (computer vision) i wiele innych gałęzi nauki. Na rysunku przedstawiłem niektóre z zasilających kognitywistykę dziedzin nauki. Psychologia poznawcza (cognitive psychology) jest najbardziej znaną z tych nauk. Nauki te wywodzą się również z wielkiej tradycji filozoficznych dociekań dotyczących natury umysłu, takich jak kwestia wolnej woli i stosunku ciała do umysłu. Celem nauk poznawczych jest zrozumienie, w jaki sposób poznajemy świat, jakie są mechanizmy rozumowania i tworzenia wewnętrznych modeli świata, jakie są podstawy neurobiologiczne tych mechanizmów, jak je modelować matematycznie i symulować przy pomocy komputerów.

Czy kognitywistyka nie jest po prostu zbiorem wiadomości z różnych dziedzin? Czy naprawdę jako gałąź nauki kognitywistyka ma swoją unikalną tożsamość? Próba pewnej syntezy wiadomości z różnych dziedzin (nazywana przez niektórych badaczy "syntopią") i tworzenie modeli umysłu zgodnych z wiedzą dostępną z wszystkich źródeł jest głównym zadaniem kognitywistyki. Jest to zadanie bardzo trudne, jednakże fakt, że szczegółowe, pełne zrozumienie pojedynczej komórki czy nawet molekuly nie jest możliwe nie oznacza, iż nie można zrozumieć najważniejszych koncepcji. Najlepsze ośrodki naukowe w dziedzinie kognitywistyki istnieją w Stanach Zjednoczonych i Wielkiej Brytanii. Struktura badań naukowych w Europie nie sprzyja niestety badaniom interdyscyplinarnym.

### Kognitywistyka: podstawowe problemy

Punktem wyjścia dla nauk kognitywnych jest analiza sposobu postrzegania świata, próba zrozumienia, co dzieje się w umyśle, gdy wykonujemy najprostsze czynności umysłowe. Czasami słyszymy ogólne pytania lub stwierdzenia dotyczące umysłu - podobnie jak

kiedyś pozornie głębokie pytanie “czym jest życie”? W dobie biologii molekularnej nie zadajemy już takich pytań. Pytanie “czym jest umysł” ma bardzo prostą, ale niezbyt interesująca odpowiedź: umysł jest tym, co robi mózg. W naukach o poznaniu stawia się w miarę szczegółowe pytania próbując znaleźć odpowiedzi zarówno w oparciu o mechanizmy funkcjonowania mózgu jak i modele działania umysłu. Co właściwie usiłujemy zrozumieć? Co powinna wyjaśnić empiryczna teoria umysłu? W odczuciu filozofów umysłu przede wszystkim wielkie problemy podstawowe, do których należą:

1. Problem ciała i umysłu: jaki jest stosunek materii do świata ducha? Zagadnienie to postawione zostało z całą ostrością przez Kartezjusza. Z punktu widzenia kognitywistyki jego naturalnym rozwiązaniem jest stwierdzenie: umysł jest funkcją mózgu, ma więc inny status ontologiczny niż przedmioty materialne, chociaż jest wytworem skomplikowanej organizacji materii.
1. Centralny Paradoks Poznania: jeśli teoria uznająca umysł za funkcję mózgu jest słuszna to w jaki sposób symbole, idee, znaczenie, cały świat umysłu wyłonić się może z procesów obliczeniowych wykonywanych przez mózg? Jest to w istocie pytanie techniczne.
2. Problem nabierania znaczenia przez symbole w systemach formalnych: symbole definiowane są przez inne symbole, skąd więc w komputerach mogło by się wziąć “prawdziwe rozumienie”? Filozof amerykański John Searle (1995) przedstawił ten problem w postaci ciekawego paradoksu, zwanego “chińskim pokojem”.
3. Czym jest świadomość? Jak ją zdefiniować? Samo pojęcie świadomości jest wieloznaczne, ale wydaje się, że tkwi tu jakaś zagadka - nie jest to jednak wcale takie pewne.
4. Problem “jakości” wrażeń (qualia): wrażenie koloru czerwonego i zielonego różni się czymś więcej, niż tylko długością fali świetlnej. Czym jest ta różnica? Czy komputery lub inne systemy oparte na formalnym przetwarzaniu symboli będą mogły ją dostrzec?
5. Czy istnieje “wolna wola”, czy też jesteśmy w swoich wyborach zdeterminowani przez mechanizmy działania mózgu? Na szczęście nikt (oprócz zwolenników astrologii) już nie sądzi, że przyroda działa w mechanistyczny sposób i nasze wybory zdeterminowane są przez położenie gwiazd lub inne czysto deterministyczne czynniki.
6. Trudności techniczne w budowaniu modeli umysłu: symboliczne modele rozumowania, użyteczne w sztucznej inteligencji, nie mają nic wspólnego z neurobiologią i nie nadają się do rozpoznawania struktur (np. rozpoznawania obrazów), swobodnego kojarzenia, generalizacji wiedzy. Sieci neuronowe trudno natomiast zmusić do logicznego działania i wyjścia poza proste skojarzenia.
7. W mózgu nie udało się znaleźć określonego miejsca, które można uznać za siedlisko umysłu. Różne sygnały zmysłowe przetwarzane są przez różne, fizycznie odrębne, struktury mózgu, świadoma percepcja jest jednak spójna. Jak jest to możliwe? Ten problem ma charakter techniczny i symulacje niewielkich sieci neuronów dostarczają nam coraz więcej przykładów pokazujących, w jaki sposób różne struktury mózgu synchronizują się, osiągając wspólny dynamiczny stan globalny.

Niektórzy badacze uważają, że są to poważne problemy, leżące u samych podstaw kognitywistyki. Czy teoria umysłu jest w ogóle możliwa? Przy okazji recenzji nowej książki Rogera Penrose’a znany fizyk, prof. Łukasz Turski, napisał niedawno o zrozumieniu umysłu: “...bardzo chcę, by się to nam nigdy nie udało” (Postępy Fizyki 1996). Bez wątplenia jest to pragnienie wielu ludzi, stąd tak wielka popularność książek, które usiłują uzasadnić, że umysł jest niezgłębioną tajemnicą a mózg jest tak skomplikowany, że nic o

nim nie wiemy. Z tego powodu wielu ludzi nastawionych jest negatywnie do takich gałęzi nauki jak sztuczna inteligencja czy kognitywistyka (co nie przeszkadza im korzystać z opartych na wynikach badań w tej dziedzinie produktów, na przykład programów typu Mathematica czy Maple, które przetwarzają wyrażenia algebraiczne, a nie liczby). Osoby o takim nastawieniu mylnie sądzą, że głównym zadaniem tych dziedzin jest stworzenie robota o ludzkiej inteligencji. Tymczasem oprócz wielkich problemów natury filozoficznej jest mnóstwo całkiem konkretnych zagadnień dotyczących umysłu, które chcielibyśmy zrozumieć i wykorzystać w praktyce, zarówno w medycynie jak i w zastosowaniach technicznych. Poniżej wymieniałem niektóre z nich.

- Fakty dotyczące **percepcji**, np. zależności psychofizyczne, percepcja czasu, widzenie stereoskopowe, segmentacja obrazu.

Istnieje cała gałąź nauk kognitywnych, określana mianem “oddziaływanie człowiek-komputer” (Human-Computer Interaction, lub w skrócie HCI), której zadaniem jest zrozumienie ograniczeń w szybkości i dokładności reakcji człowieka obsługującego skomplikowaną aparaturę, np. pilota odrzutowca. Powstały już programy symulujące takie oddziaływania, pozwalające przewidywać błędy (np. naciśnięcie niewłaściwego przycisku lub niezauważenie sygnału ostrzegawczego), jakie mogą zrobić ludzie w warunkach stresu lub pośpiechu. Programy te są wynikiem integracji wiedzy psychologicznej z rezultatami badań nad mózgiem, dzięki którym uwzględniono szczegóły mechanizmów przetwarzania danych zmysłowych i możliwości motoryczne człowieka. Wyniki badań w tej dziedzinie przyczynić się mogą do opracowania lepszych interfejsów programów komputerowych i bardziej ergonomicznych urządzeń technicznych.

Analizą obrazu zajmuje się dziedzina określana jako “komputerowe widzenie” (computer vision). Zagadnienia całkiem naturalne dla mózgow zwierząt i ludzi są z matematycznego punktu widzenia źle określone i nie można podać efektywnych algorytmów pozwalających na ich rozwiązanie. W dalszym ciągu programy komputerowe nie potrafią dobrze rozpoznać obiektów (ludzi, twarzy, przedmiotów) widzianych przez kamerę. Wiemy jednak coraz więcej o mechanizmie widzenia u człowieka. W szczególności zrozumienie mechanizmów widzenia stereoskopowego spowodowało pojawienie się na rynku książek z cyklu “Magiczne oko”, prezentujących w powtarzalnych wzorach lub pozornym chaosie ukryte, trójwymiarowe motywy. Algorytmy tworzenia takich obrazów są obecnie dobrze znane.

- **Złudzenia optyczne i akustyczne**: maskowanie bodźców, metakontrast, interferencje Stroop'a ... Skąd się biorą iluzje malarskie i złudzenia optyczne?

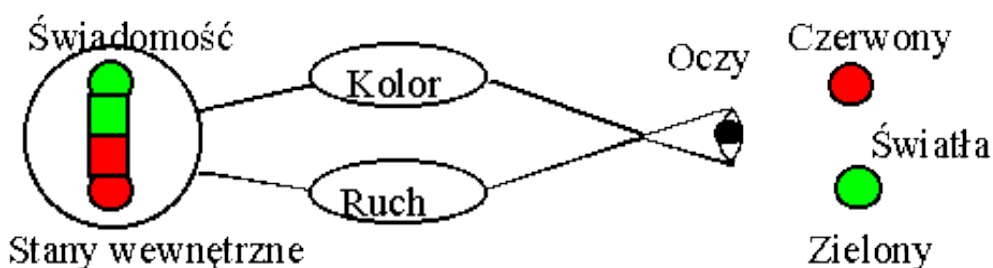
Wkraczamy tu bezpośrednio w zagadnienia rekonstrukcji rzeczywistości przez umysł człowieka z docierających do niego danych zmysłowych, w szczególności wizualnych. Typowe przykłady iluzji związanych z rekonstrukcją trójwymiarowych obiektów z dwuwymiarowych rysunków znaleźć można na obrazach Mauritsa Eschera: niemożliwe figury geometryczne, woda płynąca pod górę ... Wystarczy popatrzeć przez minutę na płynącą wodę (może to być woda z kranu, chociaż wodospad jest lepszy) by odnieść wrażenie, że skały lub ściany falują.

Jednym z najbardziej zdumiewających zjawisk jest “kolorowy efekt Phi”. Wiadomo, że zapalanie świeatek umieszczonych w niewielkiej odległości od siebie wywołuje wrażenie ruchu (jest to często wykorzystywane w reklamie). Jeśli ustawić blisko siebie dwa migające światła i ustalić czas trwania każdego z błysków na 150 milisekund, z przerwą 50 milisekund po pierwszym błysku i dłuższą przerwą (rzędu sekundy) po drugim błysku, to będziemy mieli wrażenie przesuwania się błysku pierwszego światła w stronę drugiego. Jeśli świeatek mają dwa kolory, np. zielony i czerwony, to będzie się nam wydawać, że do połowy odstępów między światłami widzimy czerwony kolor, a potem nagle pojawia się kolor zielony. Jednak moment powstania wrażenia koloru zielonego przypada na środek 50-milisekundowej przerwy, gdy zielone światło jeszcze się nie zapaliło! Przebiega to tak,



jakbyśmy obserwując światło czerwone już widzieli to, co pojawi się dopiero za ułamek sekundy, czyli zielone światło na prawo od czerwonego. Jeśli wrażenie zielonego koloru pojawia się dopiero po zapaleniu zielonego światła, to w jaki sposób możemy widzieć zielone światło w połowie drogi, a więc w przeszłości?

Świadome wrażenia są wynikiem całościowej syntezy obrazu, integrującej przeszłość i przyszłość w okienku czasowym rzędu 0,1-0,2 sekundy. Wyjaśnienie tego efektu nie jest trudne jeśli wiemy, w jaki sposób powstają wrażenia koloru i ruchu: w mózgu analizowane są one osobno, w dwóch niezależnych obszarach należących do kory wzrokowej; dany obszar po wzbudzeniu pozostaje aktywny przez ułamek sekundy, stąd odebrane wrażenia koloru a potem ruchu zlewają się w jedno. W okienku czasowym rzędu 1/5 sekundy kolejność zdarzeń nie ma znaczenia.



Istnieje akustyczna analogia tego zjawiska, w której ciągły ton przerywa się na kilkaset milisekund. Jeśli przerwa zostanie zastąpiona przez biały szum mamy wrażenie ciągłości tonu słyszanego na tle szumu. Jeśli jednak po skończeniu szumu ton nie pojawia się, mamy wrażenie urywania się tego tonu już w momencie pojawienia się szumu. To, co słyszymy, zależy więc od tego, co stanie się w najbliższej przyszłości, przynajmniej w skali ułamków sekund. Świetne przykłady tego zjawiska znaleźli lingwiści: jeśli początek wyrazu zastąpimy szumem to wyraźnie słyszymy brakujące pierwsze litery wyrazów, różne w zależności od następującego po nich tekstu. Niestety nie znalazłem dobrego polskiego przykładu tego zjawiska. W języku angielskim można tu podać cztery zdania mające ogólny schemat (Anderson 1990)

“It was found that the...eel is on the ...” (stwierdzono, że ...eel jest na ...)

W zależności od ostatniego słowa zdania słyszy się wyraźnie brakujący początek! Na przykład słyszymy zdania: “peel is on the orange” (skórka jest na pomarańczy), “wheel is on the wagon” (koło jest na wozie), “heel is on the shoe” (obcas jest na bucie) lub “meal is on the table” (posiłek jest na stole). Nasze wrażenia, to co pojawia się w naszym umyśle, nie jest więc tylko wynikiem sygnałów zmysłowych dochodzących do nas w danym momencie, lecz jest wynikiem procesów trwających około 1-3 sekund, nadających sensowną interpretację zdarzeniom zachodzącym w krótkim odcinku czasu.

- **Zdolności lingwistyczne, reprezentacje mentalne, skojarzenia.**

Co pojawia się w naszym umyśle, gdy czytamy jakieś słowo, np. “jeden”? W jaki sposób reprezentujemy proste pojęcia, takie jak liczby? Czym jest nasz obraz świata? Koncepcje dualistyczne w filozofii umysłu wywodzą się od Kartezjusza: istnieje świat ducha, całkowicie niezależny od świata materii (Kartezjusz twierdził, że duch kontroluje ciało przez przysadkę mózgową). Próba zrozumienia takich pojęć jak “duch” prowadzi prosto do dyskusji filozoficznych toczących się intensywnie od wielu lat. Na określenie naszego prywatnego świata wewnętrznego, w którym każdy jest swoim własnym reżyserem, wprowadzono pojęcie “teatr Kartezjański”. W języku angielskim “to make up my mind” (dosłownie: ułożyć swój umysł) oznacza “zdecydować się”, natomiast “to make up my bed” to “pościelić łóżko”. W obu przypadkach mamy analogiczne działanie, choć w pierwszym odbywa się ono w przestrzeni umysłu a w drugim w przestrzeni fizycznej. Odpowiedź na

proste pytanie, np. "Jak dojechać do dworca?", wymaga wizualizacji drogi, rodzaju myślowej reprezentacji pewnych cech budynków, drogi, wyobrażenia i przekładu na słowa. Zadając pytanie: "co będziesz jutro robić?" wywołujemy u swojego rozmówcy różne procesy myślowe i wyobrażenia.

Co dzieje się w naszym umyśle przy tłumaczeniu z obcego języka? Zahaczamy tu o kwestie używania języka i sposobu budowy poprawnych gramatycznie zdań na podstawie pojęć, tłumaczenie bowiem nie polega na znajomości słów i przekładzie słowa po słowie, lecz na zrozumieniu zdania w języku wyjściowym, a więc na odniesieniu się do pewnej wewnętrznej reprezentacji wiedzy, i utworzeniu nowego zdania opisującego ten stan wewnętrzny. Najłatwiejsze do tłumaczenia są zwroty idiomatyczne, gdyż zwroty wymagają jedynie prostych skojarzeń słownikowych. W jaki sposób rozwiązujemy krzyżówki, zgadujemy słowa? Niektóre skojarzenia są proste, inne bardzo zawile. Proste krzyżówki pytają o nazwy rzek lub nazwiska słynnych postaci; nietrudno jest napisać program komputerowy, który pomaga rozwiązywać krzyżówki i zawiera odpowiednie skojarzenia. Na czym jednak polega rozumienie analogii, np. żołędź do dębu ma się tak jak niemowle do ...? Rozumienie analogii jest jedną z najtrudniejszych rzeczy do symulowania przy pomocy komputerów. Wymaga to znalezienia relacji dla pierwszej pary (a może być ich wiele), którą da się zastosować do drugiego elementu, w którym należy dobrać pojęcie do pary. Jak rozpoznajemy kategorie, np. co nie należy do serii: róża, lilia, kartofel, tulipan...? Jest to stosunkowo proste zagadnienie z punktu widzenia formalizacji, ale jak robi to człowiek? Nie mamy przecież uporządkowanych encyklopedycznie i systematycznie pojęć w naszych głowach, nie jest to zresztą możliwe.

Rozumienie historyjek wymaga wyobrażenia sobie sytuacji (dopełnienia wielu niewiadomych). Jest to jedna z najczęściej spotykanych aktywności umysłowych. Słyszymy jakąś historię i rozumiemy o co chodzi. Jaki był numer telefonu Władysława Jagiełły? Skąd wiemy, że to absurdalne pytanie? Znowu powracamy do kwestii modelu myślowego. Mamy pewne wyobrażenie o świecie, zarówno w sensie przestrzennym, związane z nauką geografii, oglądaniem map, podróżowaniem, jak i w sensie upływu czasu, związane z historią. Umieszczamy Jagiełłę w całkiem innych obszarach przestrzeni naszych wyobrażeń niż telefony. Jak umysł to robi? Jeśli próbujemy to zapisać w formie komputerowego programu to okazuje się natychmiast, że zakładamy milcząco wiele "oczywistych" rzeczy, dopełniamy sobie szczegóły i dzięki temu słyszane czy czytane historie nabierają sensu. Już Platon zastanawiał się nad tym problemem: wydaje się, że zdobywamy więcej wiedzy niż można by się doszukać w dochodzących do nas informacjach. Każde nowe pojęcie ustawiamy w relacji do wielu innych w swoim wewnętrznym modelu świata. Analiza tekstów w języku naturalnym to w dalszym ciągu słaba strona programów komputerowych, bo trudno jest stworzyć szczegółowy model świata.

- Tysiące obserwacji z **psychologii poznawczej**, np. dotyczących pisania na maszynie czy praw dotyczących szybkości uczenia się.

Są to dobrze opisane i zdefiniowane zagadnienia, psychologowie zebrali wiele wiarygodnych danych eksperymentalnych, a ich wyjaśnienie wymaga stworzenia teorii łączącej zachowania motoryczne z przetwarzaniem sygnałów zmysłowych. Na ile sprawnie możemy wykonywać pewne czynności? Ucząc się jakiejś nowej czynności, np. jazdy samochodem czy gry w tenisa, początkowo musimy świadomie zwrócić uwagę na każdy szczegół, lecz po dłuższym okresie treningu możemy działać sprawnie bez angażowania świadomości. W jaki sposób przebiega ten proces i co dzieje się wówczas w mózgu? Wiadomo, że w wykonywaniu dobrze wyuczonych czynności biorą udział zlokalizowane grupy neuronów, ale jak procesy świadome, związane z pracą dużych obszarów mózgu (dynamika globalną), przechodzą w procesy nieświadome, związane z pracą zlokalizowanych grup neuronów? Zrozumienie tych zagadnień jest bardzo ważne z punktu widzenia symulowania inteligencji (budowy sztucznych sieci neuronowych wykazujących

podobne umiejętności).

- Co jest podstawą **myślenia sekwencyjnego, rozumowania i podejmowania decyzji**?

Większość ludzi ma marzenia na jawie, wpada w strumień myśli, który najczęściej nigdzie nie prowadzi, gdyż bardzo rzadko sytuacje, z którymi mamy naprawdę do czynienia, mają cokolwiek wspólnego z tymi, które sobie wyobrażamy. Symulacja takiego zachowania jest prosta. Czasami jednak prowadzimy rozumowanie docierając do jakiegoś celu. W jakim stopniu myślenie opiera się na logice a do jakiego stopnia konieczne jest zaangażowanie emocjonalne? Jak stosujemy indukcję i tworzymy uogólnienia? W jaki sposób podejmujemy decyzje i czemu są one często tak irracjonalne? Czym jest myślenie twórcze i jak je zrealizować za pomocą programów komputerowych? Czym różni się myślenie dorosłych od myślenia dzieci? Czy można się nauczyć sprawnego myślenia?

Badanie neurobiologicznych podstaw myślenia jest wyjątkowo trudne, gdyż rezultaty uzyskiwane w badaniach nad zwierzętami są mało przydatne dla zrozumienia sposobu działania mózgu człowieka. Rozumowanie systemów eksperckich często przebiega w dość odmienny sposób od rozumowania człowieka. Z obserwacji sposobów rozwiązywania problemów testowych dowiedzieliśmy się wiele na temat procesów myślenia u ludzi. Teorie myślenia testować można przy pomocy programów komputerowych modelując np. sposób uczenia się tabliczki mnożenia przez dzieci, początkowe etapy gry w szachy czy dowodzenie twierdzeń przez matematyków. Nadal jednak nie mamy programów wykazujących przy rozwiązywaniu zadań tyle inwencji, co dobry student. Czy można skorzystać z wyników badań nad psychologią myślenia by stworzyć lepsze systemy eksperckie?

- Różne rodzaje **pamięci**.

Mamy pamięć krótkotrwałą (roboczą), długotrwałą pamięć semantyczną i epizodyczną, pamięć umiejętności i inne rodzaje pamięci. W którą stronę otwierały się drzwi w domu rodzinnym? Wymaga to przypomnienia sobie całości sytuacji: podchodzę do drzwi i pociągam czy pcham? Często sytuacje całościowe przywoływane są do pamięci przez zapachy, które pobudzają znaczną część kory mózgowej. Istnieje pamięć umiejętności, ruchów ciała, głębsza niż pamięć werbalna. Spróbujmy sobie na przykład przypomnieć i opisać w słowach, w jaki sposób zawiązujemy sznurówki.

Czym różnią się różne rodzaje pamięci od siebie? Czy w ich kodowaniu biorą udział różne struktury mózgu i które to struktury? Mamy przynajmniej dwa niezależne mechanizmy kodowania pamięci, w strukturze mózgu zwanej hipokampem i w korze mózgu. Dlaczego istnieją takie dwa mechanizmy? Skąd bierze się reguła  $7\pm 2$  dotycząca pamięci roboczej - pamiętamy przez okres kilkunastu sekund około siedmiu rzeczy (przypadkowych cyfr, słów czy widzianych przedmiotów). Na czym polega *Deja Vu*, *James Vu* i inne rodzaje zaburzeń pamięci? Skąd się biorą różne rodzaje amnezji? Jak powstrzymać procesy degeneracji pamięci u człowieka? W jaki sposób może dojść do powstania fałszywych śladów pamięci, nie mających nic wspólnego z rzeczywistymi przeżyciami? Czy techniki mnemotechniczne są istotnie przydatne?

- **Stadia rozwoju umysłu.**

Bez zrozumienia drogi rozwoju trudno jest zrozumieć strukturę umysłu konkretnej osoby. Umysł niemowlęcia i dziecka różni się od umysłu człowieka dorosłego. Proces rozwoju umysłu, pojawiania się różnych zdolności umysłowych może nam wiele powiedzieć o mechanizmach działania umysłu. Jednocześnie jest rzeczą bardzo ważną, by umieć śledzić przebieg tego procesu u dzieci i interweniować dostatecznie wcześnie w przypadku zaburzeń rozwoju. Jakie stadia rozwoju można wyróżnić i jakie są zagrożenia rozwoju umysłu na różnych etapach? Zrozumienie na czym polega nauka chodzenia, mówienia i rozumienia mowy, rozpoznawania przedmiotów, jest bardzo ważne dla robotyki

i sztucznej inteligencji. Jak rozwijają się takie abstrakcyjne koncepcje jak pojęcie liczby i działań arytmetycznych?

- **Związek stanów mózgu ze stanami umysłu.**

Jest sprawą bezsporną, że stany mózgu wywołują stany umysłu i odwrotnie. W jaki jednak sposób można to opisać? O pewnych procesach łatwiej jest mówić w terminach psychologicznych – nawet neurofizjology nie zadają pytań w rodzaju: “jak tam pobudzenie bocznej części Twojego podwzgórza” by określić stopień przyjemności jakiej doświadczamy. O innych procesach, wynikających z rzadko spotykanych uszkodzeń mózgu i prowadzących do dziwnych zachowań, wygodniej jest mówić w terminach neurofizjologicznych. Jak wprowadzić przybliżenia do opisu funkcjonowania mózgu, które pozwolą dostrzec te cechy jego działania, które będzie można bezpośrednio związać ze stanami umysłu? Czy można zdefiniować przestrzenie psychologiczne, w których zachodzą subiektywnie przeżywane stany umysłu i czy można znaleźć jakieś prawa, rządzące ewolucją zdarzeń w takich przestrzeniach?

- **Intuicja i logika.**

Czym jest intuicja i na czym polega myślenie intuicyjne? Problem ten często niesłusznie kojarzony jest z postrzeganiem pozazmysłowym. Opieramy się na intuicji wtedy, gdy nie potrafimy podać logicznej przyczyny podejmowanych decyzji. Czy decyzje intuicyjne podejmowane są przypadkowo, czy też jest w tym jakaś głębsza mądrość? Psychologia prawie nie zajmuje się zagadnieniami intuicji. Tymczasem z punktu widzenia modeli umysłu zagadnienie to wydaje się zrozumiałe. Wiąże się ono z rozróżnieniem pomiędzy kategoryzacją opartą o logiczne reguły, pozwalające w prostych przypadkach odróżniać od siebie postrzegane struktury, i kategoryzacją opartą na podobieństwie do już widzianych przypadków, które na skutek niezbyt precyzyjnego kodowania w mózgu tworzą prototyp jakiejś kategorii. Intuicja opiera się na doświadczeniu, które potrzebne jest do utworzenia się takiego rozmytego prototypu sytuacji. Brakuje jednak badań potwierdzających taki model intuicji.

- **Postrzeganie świadome i nieświadoma recepcja.**

Jakie są ewolucyjne zalety świadomego postrzegania, jaki jest związek świadomości z procesami zachodzącymi w mózgu? Świadomość pozwala nam odczuwać znaczenie słów, nadaje jakości odczuwanym przez nas wrażeniom, ma charakter subiektywny. Dlaczego powstała i czym jest świadomość? By uniknąć dyskusji na tak ogólne pytania należy skupić się nad badaniem dlaczego i które procesy są wykonywane w sposób nieświadomy, a które w świadomy. Tylko bardzo nieliczne wrażenia odbierane przez nasze zmysły postrzegane są świadomie i pojawiają się jako treść naszego umysłu. Jakie procesy muszą zajść w mózgu, by pojawiły się świadome wrażenia?

Jak to możliwe, by ludzie po utracie wzroku lub paraliżu znacznej części nie zdawali sobie z tego sprawy i wymyślali skomplikowane historie (konfabulacje) dla wyjaśnienia niezdolności do wykonywania czynności wymagających wzroku lub zdolności do ruchu? To zdumiewające zjawisko pokazuje do jakiego stopnia “wewnętrzne przekonanie”, które jest silną motywacją działania wielu ludzi może być całkowicie błędne.

- **Stany świadomości.**

Sama klasyfikacja stanów świadomości jest do dzisiaj sprawą sporną. Sen okazał się nie jednym, ale przynajmniej pięcioma różnymi (z punktu widzenia aktywności elektrycznej) stanami mózgu. Czy po przebudzeniu stan mojego umysłu jest taki sam jak stan innych umysłów czy też normalny sposób przeżywania jawy u różnych ludzi też jest odmienny, podobnie jak różnić się mogą stany ich umysłów w różnych stadiach snu? Niewątpliwie specyficznym stanem świadomości są marzenia na jawie, mamy stan hipnotyczny, stan zombi i inne, egzotyczne stany umysłu zaburzonego działaniem środków farmakologicznych. Czy istnieją “wyższe stany umysłu”, o których mówią na przykład

jogini? Czy możliwy jest rozwój świadomości?

- **Problem osobowości.**

Wiele zaburzeń psychiatrycznych dotyczy osobowości. Czym z punktu widzenia procesów zachodzących w mózgu jest osobowość? Czy używane przez psychologów pojęcia dają się powiązać z zachodzącymi w mózgu procesami? Czy pojęcia takie jak ego można zdefiniować w oparciu o neurodynamikę, czy też są to pojęcia nieprzydatne dla teorii umysłu, podobnie jak bardzo ważne kiedyś pojęcie eteru okazało się nieprzydatne dla zrozumienia fizyki. W jaki sposób dochodzi do powstania osobowości, jakie są etapy rozwoju ego i na czym polega rozczepienie jaźni, spotykane przede wszystkim w młodym wieku? Czy oddziaływanie psychoterapii da się powiązać z opisem procesów zachodzących w mózgu? Jak stany umysłu zmieniają nasze mózgi?

- **Zjawiska psychiatryczne.**

W tak skomplikowanej maszynerii, jaką jest mózg, może się wiele popsuć. Klasyfikacja chorób psychiatrycznych, zawarta w podręczniku "Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders", zajmuje prawie 900 stron, obejmując zarówno subtelne zaburzenia, aleksje i dysleksje, typowe zaburzenia i choroby, takie jak stany lękowe, schizofrenia czy demencje starcze, do egzotycznych zjawisk psychiatrycznych, takich jak ślepotą histeryczną. Niektóre z nich mają dobrze zrozumiałe przyczyny związane z brakiem równowagi biochemii mózgu lub uszkodzeń różnych struktur mózgu, inne są wciąż trudne do zrozumienia.

Skąd biorą się halucynacje? Czy normalny człowiek może doznawać halucynacji? Czemu treść halucynacji u różnych ludzi jest stosunkowo uboga, pojawiają się najczęściej te same tematy? Pełne zrozumienie tego problemu wymaga dobrego modelu umysłu. W ostatnich latach komputerowe modele pamięci w psychiatrii pozwoliły na zrozumienie pewnych aspektów demencji i strategii mózgu próbującego przeciwdziałać degeneracji pamięci, pojawiania się pozornych wspomnień złożonych z kombinacji znanych elementów oraz pewne zrozumienie efektów braku synchronizacji pracy różnych struktur mózgu ze sobą.

- **Uczucia:** ból, przyjemność, radość ...

Nasze życie jest w znacznej mierze kontrolowane przez uczucia i emocje. Wiadomo, że drażnienie niektórych części mózgu wywołuje takie uczucia jak strach, przyjemność czy wstręt. Dlaczego tak się dzieje? Nie wydaje się by model komputerowy tych struktur po pobudzeniu prowadził automatycznie do powstania uczuć. Uczucia związane są nie tylko ze stanem mózgu, ale ze stanem całego organizmu, układ nerwowy współdziała tu z układem hormonalnym. Odkryto ścisły związek układów odpowiedzialnych za ekspresję emocji (np. ciała migdałowatego) z obszarami mózgu odpowiedzialnymi za planowanie i subtelne formy zachowań w kontekście społecznym (np. płacami przedczołowymi). W jaki sposób uwzględnić uczucia w teorii umysłu?

- Czym jest **humor**?

Na czym polega poczucie humoru i dlaczego jedni ludzie je mają a inni nie? Humor może być specyficzny dla danego narodu, nie każdego śmieszy to samo, a co jednych śmieszy u innych wywołuje jedynie politowanie. Ogólnie jednak biorąc istnieje coś takiego jak poczucie humoru, choć trudno to zdefiniować. Badania nad humorem poczyniono ostatnio spore postępy. Opracowano kilka teorii humoru, wiążąc skłonność do śmiechu z pobudzeniem pewnych struktur w mózgu. Na temat humoru organizuje się międzynarodowe konferencje, wydawane jest naukowe pismo "*Journal of Humor Research*". Być może doczekamy się kiedyś komputerów obdarzonych poczuciem humoru.

- **Percepcja estetyczna** muzyki i sztuki.

Dlaczego muzyka tak mocno oddziałuje na nasz nastrój? Na czym polega percepcja dzieł

sztuki? Czy komputery będą kiedykolwiek zdolne do działalności twórczej? Komputery są oczywiście przydatne do analizy struktur przestrzennych czy dźwiękowych, które ludzie uznają za interesujące. Korzystając z wyników takich analiz tworzyć można grafikę czy muzykę, ale trudno to zaliczyć do działalności twórczej komputerów. Interesujące efekty daje sztuka genetyczna: nowe formy wizualne tworzą się z czegoś podobnego do "genomu", a ludzie wybierają te, które im się najbardziej podobają. Genomy najbardziej chwalonych obrazów wykorzystywane są do tworzenia nowego potomstwa i po kilku pokoleniach otrzymuje się bardzo atrakcyjne abstrakcyjne formy. Czy w ten sposób można będzie nauczyć komputery estetycznego smaku? Na czym polega atrakcyjność obrazów takich matematycznych struktur jak fraktale?

Czy percepcją sztuki rządzą jakieś uniwersalne zasady czy też jest ona całkowicie uwarunkowana przez wychowanie? Z upływem lat obrazoburcze dzieła sztuki, wywołujące jedynie śmiech i gwizdy, stają się klasyką. Są to bardzo subtelne zagadnienia, wymagające nie tylko zrozumienia w jaki sposób mózg realizuje podstawowe funkcje kognitywne, lecz również zagadnień dotyczących osobowości, świadomości, wpływu wychowania na percepcję i odczuwanie jakości wrażeń.

- **Wyjątkowe zdolności umysłowe.**

Dlaczego niektórzy ludzie mają wybitne zdolności muzyczne czy matematyczne? Czy wiąże się to z budową mózgu? Czy stymulacja płodu lub niemowlęcia istotnie wpływa na późniejsze zdolności dzieci? Jak silne mogą być czynniki genetyczne, na ile istotny jest przebieg ciąży a na ile późniejszy rozwój w stymulującym środowisku?

Zdumiewające zdolności występują czasem (choć bardzo rzadko) u osób częściowo umysłowo upośledzonych, nazywanych "*idiot savants*". Są to nie tylko wyjątkowe zdolności pamięciowe (np. pamiętanie całej książki telefonicznej lub rozkładu jazdy autobusów w dużym mieście), ale i motoryczne (rzucanie piłką czy kamieniem, zdolność do naśladowania innych), muzyczne (odtworzenie długich utworów muzycznych po jednokrotnym usłyszeniu) oraz matematyczne, np. zdolność do szybkiego wykonywania obliczeń na wielocyfrowych liczbach. W niektórych przypadkach zdolności takie wytłumaczyć można nieustannymi ćwiczeniami przy użyciu technik mnemotechnicznych, ale jak wytłumaczyć przypadek (O. Sacks, 1996) dwóch braci bliźniaków zdolnych do postrzegania 20-cyfrowych liczb pierwszych?

- **Zdolności parapsychiczne?**

Wielu ludzi przejmują się bardzo rzekomymi paranormalnymi zdolnościami umysłu człowieka - czy takie przekonania to tylko wynik doszukiwania się korelacji, tam gdzie rządzi czysty przypadek? Na razie, pomimo wielkiego wysiłku wielu grup badawczych na świecie przeprowadzających od ponad 100 lat kontrolowane testy, nie ma jednoznacznych dowodów na istnienie tego typu zjawisk. Nawet jeśli takie zjawiska istnieją, to nie wydaje się by ich zrozumienie było konieczne do znalezienia odpowiedzi na inne, wymienione powyżej pytania. Jest oczywiście rzeczą bardzo ciekawą dlaczego ludzie mają tak silne skłonności do zachowań irracjonalnych i wiary w rzeczy nadprzyrodzone, ale to zupełnie inna kwestia. Nauki kognitywne zajmują się myśleniem, postrzeganiem, wnioskowaniem, tworzeniem koncepcji, tym wszystkim, co stanowi przejawy działania umysłu. Prędzej czy później wiedza o naturze naszego umysłu stanie się powszechna i wpłynie na zrozumienie: poznamy prawdę i uwolni nas ona od koszmarów irracjonalizmu.

## Interdyscyplinarny charakter kognitywistyki

Wymienione powyżej pytania nie wyczerpują oczywiście listy zagadnień, na jakie odpowiedzieć powinna dobra teoria umysłu. Zrozumienie tych zagadnień staje się coraz ważniejsze nie tylko z czysto naukowego, lecz również z praktycznego punktu widzenia.

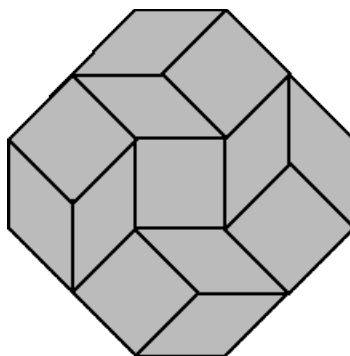
Dobra teoria działania umysłu może być przydatna nie tylko do rozwiązywania problemów związanych z edukacją, projektowania technicznych urządzeń lepiej dostosowanych do możliwości obsługi przez człowieka, może być również potencjalnie niebezpieczna, ukazując specjalistom od reklamy lub demagogom nowe sposoby manipulacji ludźmi. Jej stworzenie wymaga współpracy specjalistów z wielu gałęzi nauki, wymaga stworzenia wspólnego języka, dzięki któremu dotychczas odległe od siebie dziedziny będą mogły się porozumieć.

Kognitywistyka korzysta z metod i wykorzystuje rezultaty z wielu różnych dziedzin wiedzy, począwszy od neurobiologii zajmującej się badaniami nad mózgiem, przez wyniki psychologii rozwojowej i psychologii poznawczej oraz psycholingwistyki, po rezultaty nauk komputerowych, np. tworzenia modeli sieci neuronowych czy systemów opartych na wiedzy w sztucznej inteligencji. Badania antropologiczne nad ludami pierwotnymi pokazują, jakie cechy umysłu są wynikiem ogólnej budowy mózgu, a jakie wynikają z wychowania w określonej kulturze. Na przykład myślenie logiczne nie jest naturalną cechą umysłu człowieka, wiąże się ze zdolnością do czytania, jest więc artefaktem kulturalnym. Czy myślenie logiczne zanika wraz z pojawieniem się wtórnego analfabetyzmu? Psycholingwiści eksperymentują z nauką bezsensownych wyrazów badając procesy pamięci, rozpoznawanie struktur gramatycznych (czy jest to wrodzone, skąd wziął się język i mowa?) Psycholodzy i psychiatry badają choroby umysłowe, halucynacje, sny, pochodzenie archetypów, przejawiających się np. w wyobrażeniach różnych kultur o zaświatach. Problem wpływu środowiska i czynników genetycznych w przypadku różnych skłonności człowieka takich jak alkoholizm czy skłonności przestępcze nie jest jeszcze rozstrzygnięty. W nadchodzących latach należy się tu spodziewać wielkiego postępu w związku z programem mapowania ludzkiego genomu. Bardzo ciekawych wyników dostarczyła również psychologia dzieci, badanie sposobu tworzenia się wyobrażeń o świecie we wczesnym dzieciństwie.

Informatycy pracują nad symulacjami cyfrowymi rzeczywistości. Czy symulowana myśl stanie się kiedyś myślą prawdziwą czy zawsze pozostanie równie sztuczna jak cyfrowa burza? Bardzo istotną sprawą jest dostarczany przez kognitywistykę język, stwarzający pewne ramy dla myślenia o zagadnieniach dotyczących umysłu. Wiele problemów rozpatrywanych od lat, np. poszukiwanie przez wybitnych badaczy engramu pamięci (por. A. Brodziak, *Engram pamięciowy i istota wyobrażeń*, Problemy 6/1989), czyli trwałego śladu w mózgu pozostawionego przez zapamiętane wrażenia, ma swoje źródło w przyzwyczajeniach językowych i stosowanych analogiach technicznych. Przechowujemy rzeczy w określonych miejscach i myślimy o pamięci jako o rzeczy, czymś co można przechować. Tymczasem informację można w naturalny sposób przechowywać w sposób rozproszony, tak, że nie ma ona określonego miejsca czy "komórki pamięci". Pokazują to nawet najprostsze modele sieci neuronów.

Naukom poznawczym pokrewna jest również **biocybernetyka**, nauka stawiająca sobie za cel taką analizę struktury i funkcji układów biologicznych, w tym mózgów (nie tylko ludzkich), by zdobyłą w ten sposób wiedzę wykorzystać do konstrukcji urządzeń technicznych. Biocybernetyka ogranicza się do tych funkcji organizmu, które związane są z procesami sterowania i wymagają przepływu informacji, a w szczególności z procesami poznawczymi i sterowaniem organizmu przez mózg. Norbert Wiener rozpoczął w czasie II wojny światowej wspólnie z biologiem Arturem Rosenbluthem rozważania, które doprowadziły go w 1949 roku do wydania książki **Cybernetyka czyli sterowanie i komunikacja w zwierzęciu i maszynie**. Dawniej określenie "cybernetyka" było powszechnie używane (i nadużywane, w latach 50-tych również zwalczane przez jedynie słuszną...), dzisiaj używane jest rzadziej, przynajmniej w świecie nauk podstawowych. W latach 70. wielką popularność zdobyła informatyka (termin ten wprowadzono dopiero w 1968 roku) i do pewnego stopnia ogólne określenie "metody informatyczne" zastąpiło "metody cybernetyczne". Biocybernetykę można więc również uznać za jedną z gałęzi nauk

kognitywnych, dysponującą swoimi specyficznym językiem i metodami.



Nauki poznawcze zajmują się wieloma problemami podstawowymi, ale ich nastawienie jest przede wszystkim praktyczne: jak działa pamięć, jak ją poprawić, jak rozumiemy mowę, czy struktury gramatyczne są wrodzone czy wyuczone, na czym polega geniusz i czy da się go zaprogramować? Wydaje się, że na pewne pytania mamy już interesujące odpowiedzi. Rozwiązywanie problemów wiąże się w znacznej mierze z postrzeganiem złożonych struktur i ocenie sytuacji w oparciu o zapamiętane wzorce. Dla przykładu, dobry szachista zna około 50,000 konfiguracji, co pozwala mu stosować bardzo wyrafinowane metody oceny i rozwijać tylko dobre strategie, podczas gdy program komputerowy, opierając się na prostszych funkcjach oceny, analizuje znacznie więcej możliwych rozwiązań. Wbrew powszechnemu przekonaniu w sposobie prowadzenia gry człowieka i programu nie ma zasadniczych różnic jakościowych. W 1997 roku mistrz świata Gary Kasparov przegrał mecz z programem Deep Blue, chociaż jest to nadal program dość prymitywny, niezdolny do automatycznego uczenia się w czasie gry. Podobnie jest np. ze stawianiem medycznej diagnozy: lekarz prawie nigdy nie odwołuje się do teoretycznej wiedzy medycznej (mechanizmy działania leków są zbyt skomplikowane, by człowiek mógł je dokładnie prześledzić) a raczej przypomina ostatnią podobną sytuację i wynik przepisanej kuracji. Człowiek dysponuje ogromną pamięcią, a wiedza potrzebna nam do życia jest bardzo obszerna. Niektórzy badacze oceniają, że ilość informacji w naszych mózgach przekracza kilkaset razy ilość informacji w Encyklopedii Britannica. System komputerowy wyposażony w "zdrowy rozsądek" powinien być oparty na bazie wiedzy zawierającej około 100 milionów reguł! Realizację takiego projektu, znanego pod akronimem CYC, rozpoczęto w 1984 roku. Stworzoną w tym projekcie bazę wiedzy wykorzystuje się obecnie w wielu praktycznych zastosowaniach – umożliwia ona wspólną płaszczyznę porozumiewania się systemów eksperckich.

Kognitywistyka bliska jest pogładowi, że by poznać i zrozumieć działanie jakiegoś układu trzeba umieć zbudować jego funkcjonalny model. Dopóki nie potrafimy zbudować prawdziwie inteligentnego systemu nie zrozumiemy do końca natury umysłu. Modele komórek nerwowych i obecnie budowane sieci neuronowe są oczywiście karykaturą rzeczywistości, zawierającą tylko nieliczne cechy swoich pierwowzorów. Jednym z zarzutów wobec takiego modelowania jest to, że są to modele z biologicznego punktu widzenia mało prawdopodobne. Skrzydła samolotów były początkowo wzorowane na skrzydłach ptaków i usiłowano nimi machać, okazało się jednak, że z praktycznego punktu widzenia naśladowanie natury nie jest najlepszym rozwiązaniem. Podobnie hydrauliczne urządzenia koparek nie przypominają budową mięśni. Nie można wykluczyć, że proste modele, będące karykaturą sieci neuronów mózgu, będą przetwarzać informację bardziej sprawnie niż biologiczne. Miliony lat ewolucji wykształciły - drogą prób i błędów, kosztem miliardów istnień, szlakiem wiodącym przez bezmiar cierpienia tych "nie przystosowanych" - takie właśnie "rozwiązania techniczne". Z pewnego punktu widzenia są to rozwiązania optymalne, zwiększające szansę przeżycia organizmów, nie ma jednak powodu by nasze mózgi były optymalne z punktu widzenia przetwarzania informacji.

Znalezienie odpowiedzi na wiele pytań dotyczących umysłu wymaga współpracy



matematyków i statystyków specjalizujących się w zagadnieniach optymalizacji, specjalistów od sztucznej inteligencji, modelowania sieci neuronowych, psychologii i neurobiologii. Jeden człowiek nie może opanować wszystkich dziedzin nauki przyczyniających się do zrozumienia natury umysłu. Konieczne jest wybranie najważniejszych odkryć z wielu dziedzin, przystępne przedstawienie różnych teorii, umożliwiające nawiązanie dialogu z przedstawicielami różnych dziedzin a następnie specjalizacja na pograniczu kilku z tych dziedzin. Bez wykształcenia nowych pokoleń badaczy nie mamy wielkich szans na znaczne postępy w tej dziedzinie.

## Zastosowania kognitywistyki

Wbrew pozorom nauki kognitywne nie powstały tylko z chęci zaspokojenia ciekawości badaczy, lecz mają też szereg praktycznych zastosowań. O kilku zastosowaniach wspominałem już wcześniej. Zrozumienie sposobu działania umysłu i związków tego działania z funkcjonowaniem mózgu jest szczególnie istotne w przypadku zaburzeń naszego aparatu poznawczego. Neurobiologia, psychologia i lingwistyka konieczne są dla zrozumienia i opracowania nowych sposobów diagnozowania i leczenia takich problemów jak dysleksja, dysgrafia u dzieci czy zaburzenia mowy po wylewie krwi do mózgu u osób starszych.

Zrozumienie mechanizmów działania pamięci spowodowało znaczne zmiany w ocenie wiarygodności świadków w amerykańskim sądownictwie. "Syndrom fałszywej pamięci" (FMS) jest szczególnym rodzajem zniekształconych wspomnień, które są na tyle silne, że wpływają na osobowość i zachowanie człowieka. Na skutek psychoterapii, często pod wpływem hipnozy, ukształtować się mogą w pacjentach fałszywe, traumatyczne wspomnienia dotyczące rzekomych przeżyć sprzed wielu lat. W ostatnim dziesięcioleciu doszło do wielu przypadków drastycznych procesów sądowych, w których dzieci skarżyły swoich rodziców o molestowanie seksualne lub wykorzystywanie do satanistycznych obrzędów. W wielu przypadkach udowodniono, że oskarżenia były wynikiem takich fałszywych wspomnień.

Badania nad sztuczną inteligencją mają oczywiste implikacje praktyczne i już obecnie sprzedaż systemów eksperckich przynosi (przede wszystkim Amerykanom) wielomiliardowe zyski. W ciągu najbliższych kilku lat powinny pojawić się systemy komputerowe wykazujące cechy zdrowego rozsądku, zdolne do konwersacji w języku naturalnym i wyszukiwania nie tylko cytatów z encyklopedii, ale i pewnego zrozumienia sensu zadawanych pytań. Analiza wielkich banków danych metodami wyrosłymi z sztucznej inteligencji, uczenia maszynowego i sieci neuronowych, daje interesujące rezultaty, nową wiedzę, której nie potrafią znaleźć eksperci. Automatyczne tworzenie reguł dla systemów doradczych wydaje się bardziej efektywne niż próby formułowania reguł przez ekspertów. Dzięki temu systemy doradcze będzie można tworzyć szybciej i taniej.

Współpraca programów komputerowych z człowiekiem (dziedzina ta nazywana jest w języku angielskim Human-Computer Interaction, HCI) wymaga zintegrowania wiedzy dotyczącej różnych działów sztucznej inteligencji z wiedzą lingwistyczną dotyczącą języka naturalnego, wiedzą psychologiczną dotyczącą sposobu podejmowania decyzji przez ludzi i wiedzą neurobiologów dotyczącą zachowań sensomotorycznych. Modele kognitywne wykorzystywane będą w coraz większym stopniu do tworzenia interfejsów programów komputerowych. W lutym 1998 roku firma Natrifical Software Technologies wprowadziła bardzo udaną realizację "map umysłu" (por. Gozdek-Michaelis 1993), pozwalającą na tworzenie asocjacji pomiędzy "myślami" w postaci powiązań obiektów na pulpicie komputera. Każda z "myśli" może być programem, plikiem, notatką lub adresem Internetowym. Dzięki temu możemy utworzyć sobie na pulpicie obraz skojarzeń, jakie mamy w umyśle.

Wyszukiwaniem informacji w bankach danych i w Internecie zajmują się "agenci programowi". Zadaniem programów tego typu jest oddziaływanie z człowiekiem, rozpoznawanie jego zainteresowań i upodobań i wykorzystywanie technicznej wiedzy o strukturze banków danych w celu znalezienia i przefiltrowania interesujących nas informacji. Najbardziej ambitne projekty zmierzają do stworzenia "wirtualnych istot", które mają stać się dla nas partnerami w codziennej pracy lub zabawie. Microsoft w ramach projektu "Persona" stworzył całkiem interesujący model wirtualnej papugi dyskutującej o muzyce i pełniącej rolę dyskżokeja. Takich wyspecjalizowanych agentów, wykazujących na razie cechy inteligencji w jednej, wąsko określonej dziedzinie będzie coraz więcej.

Znacznych postępów spodziewać się można również dzięki zastosowaniu metod kognitywnych w geriatricy, neuropsychologii i psychiatrii. We wszystkich rozwiniętych krajach świata średnia długość życia w XX wieku bardzo wzrosła, pociągając ze sobą poważne problemy społeczne. Jak utrzymać sprawność umysłową do późnej starości? Jedynie zrozumienie mechanizmów neurobiologicznych procesów starzenia się i degeneracji pamięci daje nadzieję na rozwiązanie tego problemu. Psychofarmakologia poczyniła ogromne postępy, ale nadal nie potrafimy wpływać na specyficzne struktury mózgu, jedynie na całe jego podsystemy. Uzupełnieniem badań mechanizmów na poziomie molekularnym (dotyczących głównie neurotransmiterów i hormonów) powinny stać się komputerowe modele pamięci, które zastosowano w latach 90. do opisu zaburzeń pamięci i chorób psychicznych. Konieczne jest też lepsze zrozumienie procesów psychologicznych, wpływu terapii kognitywnej i wpływu ćwiczeń umysłowych na utrzymanie w pełni sprawnego mózgu.

Tworzenie złożonych systemów technicznych i ocena ich efektywności wymaga współpracy specjalistów od sztucznej inteligencji i psychologii poznawczej. Żyjemy w coraz bardziej złożonym świecie zalewa nas coraz większa ilość informacji. Zdolność do korzystania z tych informacji, do ich zrozumienia, wpływać będzie na poziom życia w naszym kraju. Astrologia, UFO-logia czy bioenergoterapia, zajmujące w programach telewizyjnych więcej miejsca niż popularyzacja nauki, nie przyczynią się do podniesienia poziomu życia. Kluczem do postępu jest edukacja. Kognitywistyka pomoże nam usprawnić proces wychowania i nauczania począwszy od bardzo wczesnych etapów życia dziecka. W oparciu o opracowaną przez siebie teorię umysłu (ACT) John Anderson z grupą współpracowników z Carnegie Mellon University w Pittsburgu stworzyli szereg programów wspomagających nauczanie języków programowania, języków obcych i matematyki. Programy te stosowane są rutynowo w szkołach z okręgu Pittsburga od kilku lat. Porównanie tradycyjnych metod nauczania z nauczaniem wykorzystującym te programy pokazało znaczny wzrost szybkości i efektywności opanowania materiału. Pedagogika już teraz korzysta z wyników prac kognitywistów.

Niestety, niektóre dziedziny nauki stanowiące podstawę kognitywistyki są w Polsce słabo rozwinięte. Dotyczy to przede wszystkim sztucznej inteligencji, którą zajmują się tylko bardzo nieliczne grupy badawcze, modelowania matematycznego w neurobiologii, a nawet filozofii umysłu, zaniedbanej na rzecz innych działów filozofii. Wiele informacji o kognitywistyce znaleźć można w Internecie.

Szczególnie polecam swoje strony WWW: <http://www.phys.uni.torun.pl/~duch/cognitive.html>, na których zebrałem odnośniki do wszelkich zagadnień związanych z kognitywistyką.

## Literatura

Anderson J.R., *Cognitive Psychology and its implications*, 3<sup>rd</sup> ed, W.F. Freeman and Co, New York 1990.

Carlson S., *A double-blind test of astrology*, Nature, 318 (1985) 419-425.

Coombs C.H., Dawes R.M., Tversky A., *Wprowadzenie do psychologii matematycznej* (PWN 1977).

- Garnham A., Oakhill J, *Thinking and Reasoning* (Blackwell, Oxford 1994).
- Gozdek-Michaelis Katarzyna, *Supermożliwości twojego umysłu*, Agencja Wydawnicza "COMES" 1992.
- Ingram J, *Płonący dom. Odkrywając tajemnice mózgu*. Prószyński i Ska, Warszawa 1996.
- Nagel A, *Are plants conscious?* J. of Consciousness Studies 4 (1997) 215-230.
- Newell A, Simon H, *Computer science as empirical inquiry*. Communications of the ACM 19 (1976) 113-126.
- Sacks O, *Mężczyzna, który pomylił swoją żonę z kapeluszem*. Zysk i Ska, Poznań 1996.
- Searle J, *Umysł, mózg i nauka*. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1995.
- Zimbardo P. G, Ruch F.L, *Psychologia i życie*, PWN 1994.
- Świat Nauki, Numer specjalny *Umysł a mózg*, listopad 1992.
- Wróbel A, Kasicki S, red. *Zobaczyć myśl. Badania czynności mózgu*. KOSMOS, Problemy nauk biologicznych, Tom 46, nr 3 (1997).

Artykuł opublikowany w piśmie "Kognitywistyka i Media w Edukacji",  
<http://www.pedagogika.umk.pl/kognityw/>, 1 (1998) str. 9-50.