

Perspektywy neuromarketingu

Włodzisław Duch

Katedra Informatyki Stosowanej UMK

Google: W. Duch

Zrozumienie natury ludzkiej jest jednym z najważniejszych wyzwań stojących przed nauką. Napis na świątyni Apollina w Delfach głosił „Poznaj samego siebie”. To powiedzenie, przypisywane Sokratesowi, przywołane zostało w encyklice „Fides et ratio” Jana Pawła II o relacjach między wiarą a rozumem. Poznanie prawdy o nas samych może nas wyzwolić od tradycyjnego spojrzenia na świat, ignorującego biologicznie uwarunkowaną naturę ludzką. Trzy główne mity związane z wyparciem się natury ludzkiej – człowiek to niezapisana tablica, wychowanie może ukształtować jego umysł w dowolny sposób; człowiek pierwotny był z natury dobry, zepsuła go cywilizacja; niematerialny duch podejmuje wolne decyzje i kieruje działaniami materialnego ciała – podsumował Steven Pinker w wydanej w Polsce w 2004 roku książce pod tytułem „Tabula rasa. Spory o naturę ludzką” (Pinker 2004). Nie tylko poważne upośledzenia, lecz wszystkie cechy charakteru i osobowości mają biologiczne podłoże. Badanie związków pomiędzy genami a zaburzeniami poznawczymi i chorobami psychicznymi jest obecnie jedną z najszybciej rozwijających się gałęzi nauk o mózgu (Plomin i inn. 2001). Zagadnienie jest bardzo skomplikowane i daleko jest jeszcze do zrozumienia roli współpracujących ze sobą genów, ich wpływu na budowę komórek układu nerwowego, powiązania struktury tego układu z zachowaniem organizmu i jego możliwościami poznawczymi, zrozumienia relacji pomiędzy stanami mózgu a światem wewnętrznym myśli, wrażeń, radości i smutków, a w efekcie prawdziwych przyczyn podejmowania decyzji przez człowieka. Nie zawsze sami potrafimy dociec źródła swoich decyzji, uciekając się do racjonalizacji i konfabulacji na temat swojego zachowania.

W jaki sposób możemy poznać prawdę o sobie? „Tyle o sobie wiemy, ile nas sprawdzono” napisała bardzo słusznie Wisława Szymborska. Jak możemy siebie sprawdzić? Literatura, antropologia, filozofia, psychologia i wiele innych gałęzi nauk pomagają poznać spektrum możliwości ludzkich, ale koniec XX wieku to dekada mózgu, tu szukamy najbardziej wiarygodnych metod poznania. Potrafimy wiele zrobić, ale niewiele wiemy o tym, w jaki sposób to robimy, w jaki sposób poznajemy

świat i podejmujemy decyzje. Chociaż widzimy i odczuwamy jedynie stany swojego umysłu to nasze poznanie skierowane jest na zewnątrz, na relacje, które znajdujemy w świecie. Świat smaków i zapachów jest bardzo subiektywny, podobnie jak świat dźwięków czy obrazów. Złudzenia wzrokowe uświadamiają nam, że obrazy nie są czymś istniejącym obiektywnie, ale powstają w naszych mózgach. Postrzegamy wszystko w sposób subiektywny, gdyż wszystkie postrzeżenia dotyczą tylko stanów mózgu. Mniej niż jedno na dziesięć milionów połączeń w mózgu łączy go ze światem zewnętrznym. Dla wzroku mamy około 1.2 mln, a dla słuchu zaledwie 30.000 połączeń, podczas gdy liczba wewnętrznych połączeń w mózgu jest rzędu 100 bilionów. Korelacja stanu pierwotnej kory wzrokowej z sygnałami dochodzącymi z siatkówki wynosi zaledwie kilkanaście procent, za pozostałe ponad 80% odpowiadają informacje płynące z innych obszarów kory.

Mózg zajmuje się przede wszystkim sam sobą, analizuje i interpretuje własne pobudzenia, ale wyniki tych analiz odnoszą się zawsze do świata i własnego działania w tym świecie. Nie widzimy mechanizmów podejmowania decyzji, gdyż w mózgu zwycięski proces bierze wszystko, tłumiąc prawie wszystkie alternatywy tak, że nie są świadomie zauważane. Mózg w każdej chwili musi kontrolować wiele procesów zachodzących w ciele, analizować dane ze zmysłów i podejmować niezliczone decyzje. Jednym z wielu procesów, które wykonuje mózg, jest tworzenie „Ja”, modelu moich relacji ze światem, pewnego wyobrażenia siebie i swoich właściwości w relacji do innych, do rzeczy w świecie. Chociaż to nie tyle „ja mam mózg” co „mózg ma mnie”, paradoksalnie również model „ja”, który w wyniku wcześniejszych przeżyć i wychowania w określonym środowisku ma określone cele, interpretujący różne zdarzenia w świetle wyznawanych wartości, ma wpływ na działanie i zmienia szczegóły budowy mózgu. Wszystko, czego się uczymy zmienia w subtelny sposób nasze mózgi (pamięć i uczenie się wymaga fizycznej zmiany w mózgu). Nie ma tu prostej przyczynowości, wpływy środowiska i uwarunkowań biologicznych związanych z budową mózgu są ze sobą w subtelny sposób splecione.

Stosowane obecnie metody podglądania aktywności mózgu są nadal dość prymitywne, pomimo to pozwalają sporo się dowiedzieć. Po raz pierwszy dysponujemy więc wiarygodnymi metodami poznawania siebie. W następnym rozdziale omówione zostaną bardzo skrótowo różne metody badań nad mózgiem. W trzecim rozdziale omówione zostaną niektóre zastosowań wyników osiągniętych za pomocą takich badań w neuromarketingu.

METODY EKSPERYMENTALNE

Jakie są źródła wiedzy o mózgu i jego działaniu? Medycyna zajmuje się badaniem anatomii mózgu metodami klasycznymi (inwazyjnymi). Neuroanatomia porównawcza opisała wiele mózgów zwierząt różnych gatunków. Metody bezinwazyjne, pozwalające badać anatomię mózgu bez jego uszkodzenia, mogą opierać się na ultrasonografii (takie metody stosowane są głównie u niemowląt i w ograniczonym zakresie u ludzi dorosłych), rentgenowskiej tomografii komputerowej (CT scan), oraz technikach magnetycznego rezonansu jądrowego (MRI). Metody te informują nas jedynie o budowie mózgu, są przydatne w diagnostyce medycznej, nie dają jednak informacji o funkcjach poszczególnych struktur i obszarów mózgu.

O funkcjach realizowanych przez mózgi wiemy na podstawie kilku źródeł. Najstarszym są obserwacje rezultatów uszkodzeń mózgu na skutek wypadków, udarów, guzów mózgu czy w wyniku operacji mózgu, np. usuwaniu ognisk padaczki lub wykonywanych dawniej bardziej drastycznych operacji psychochirurgicznych. Obserwacje wpływu takich uszkodzeń dokonywane przez neuropsychologów są cennym źródłem informacji. Choroby psychiczne znacznie trudniej jest powiązać ze zmianami w mózgu. Wiele informacji o działaniu mózgów pochodzi z systematycznych badań nad zwierzętami – takie eksperymenty nadal trudno jest całkowicie zastąpić badaniami bezinwazyjnymi. Psychologia eksperymentalna zajmuje się obserwacjami reakcji na różne bodźce, np. pojawienia się specyficznych zachowań czy wykorzystania zdolności poznawczych. Badania uwzględniają reakcje fizjologiczne, np. reakcje skórno-galwaniczne (GSR), zmiany napięcia mięśni (EMG), czy ruchy gałek ocznych. Bezpośrednie stymulacje mózgu możliwe jest za pomocą przezczaszkowej stymulacji magnetycznej (TMS). Do pewnego stopnia wykorzystać można też introspekcję, ale eksperci nadal spierają się, czy wiarygodny opis doświadczenia wewnętrznego jest możliwy (Hurlburt R.T, Schwitzgebel, 2007).

Dokładniejsze informacje o funkcjach mózgu uzyskać można za pomocą bezpośrednich obserwacji elektrycznej aktywności kory mózgu za pomocą elektrod umieszczonych na powierzchni kory mózgu (elektrokortykografia, ECoG), stosowanej głównie na zwierzętach lub pacjentach cierpiących na padaczkę. Nowe techniki obrazowania optycznego aktywności kory mózgu i pomiary wieloelektrodowe aktywności wybranych neuronów należą do tej samej kategorii badań inwazyjnych wymagając dostępu do kory mózgu. Bezinwazyjne obserwacje

aktywności elektrycznej za pomocą elektroencefalografii (EEG) lub magneto-elektroencefalografii (MEG) pokazują jedynie uśrednioną aktywację dużych grup neuronów. Reakcje na bodźce można badać za pomocą potencjałów wywołanych (ERP), co wymaga dodatkowego uśrednienia sygnałów. Do najnowszych nieinwazyjnych metod pozwalających na pośrednią ocenę aktywności mózgu w czasie pracy należy funkcjonalny rezonans magnetyczny (fMRI), pozytonowa tomografia emisyjna (PET), oraz tomografia emisyjna pojedynczego fotonu (SPECT).

Metody anatomiczne i funkcjonalne dostarczają nam wielu informacji, ale ich pełne zrozumienie wymaga stworzenia modeli matematycznych integrujących wszystkie znane fakty. Jest to zadaniem dość mało jeszcze znanej dziedziny zwanej „obliczeniowymi kognitywnymi neuronaukami” (computational cognitive neurosciences), która tworzy szczegółowe modele funkcji poznawczych i afektywnych w oparciu o sieci neuronów. Pierwsza doroczna konferencja w tej dziedzinie odbyła się w 2005. Badane są różne procesy, od biofizycznych modeli neuronów, powiązań z biofizyką molekularną pozwalających zrozumieć wpływ neuroprzekaźników i różnych leków na działanie neuronów, jak i procesy kooperacyjnego działania dużych grup neuronów, czyli neurodynamika. Prowadzi to do modeli powstawania sygnałów EEG, MEG, fMRI i możliwości ich lepszej interpretacji. Informatyka neurokognitywna próbuje upraszczać modele czynności poznawczych, myślenia, rozwiązywania problemów, uwagi, języka, kontroli zachowania i świadomości, i zamieniać je na praktyczne algorytmy pozwalające systemom sztucznym na realizację podobnych funkcji. Ponieważ nie znamy większości szczegółów procesów zachodzących w mózgu jest tu wiele konkurencyjnych hipotez. Modele jakościowe wyjaśniające przyczyny syndromów neuropsychologicznych oraz chorób psychicznych rozwijają się szybko od połowy lat 1990. Okazuje się, że nawet proste mózgo-podobne przetwarzanie informacji w sieciach neuronowych prowadzi do przydatnych modeli pamięci skojarzeniowych i innych funkcji mózgu. Pomimo ogromnej złożoności mózgu jest więc nadzieja na zrozumienie sposobu funkcjonowania całości i przewidywania zachowań w oparciu o komputerowe modele.

Na obecnym etapie próby zrozumienia procesów podejmowania decyzji przez mózgi opierają się na korelacjach zachowania z obserwacjami za pomocą technik opisanych nieco dokładniej poniżej.

- Tomografia komputerowa (CT, Computerized Tomography)

Tomografia oznacza wykonywanie zdjęć w przekrojach (tomos – dzielący, graphos – zapis), z których za pomocą komputera składa się następnie trójwymiarowe obrazy. Tomografia rentgenowska była jedną z pierwszych technik nieinwazyjnych, w praktyce klinicznej pojawiła się już w 1972 roku, dzięki firmie EMI, która zarobiła dużo pieniędzy na sprzedaży płyt zespołu The Beatles i zainwestowała je w aparaturę medyczną. Kamera rentgenowska prześwietla czaszkę pod wieloma kątami i w ciągu 5 sekund tworzy cały trójwymiarowy obraz. Jest to stosunkowo tania technika często używana w diagnozach klinicznych różnych organów, ale dość słabo różnicuje miękkie tkanki mózgu (wystarczająco dobrze do wykrycia guzów).

- Rezonans magnetyczny (MRI)

Jest to metoda tomografii oparta na pomiarach rezonansu magnetycznego dla jąder atomów wodoru zawartych w cząsteczkach wody. Ponieważ proton w atomie wodoru ma moment magnetyczny może w silnym polu magnetycznym pochłaniać fale radiowe, nie używa się więc szkodliwego promieniowania jonizującego. Jest wiele wariantów tej techniki, obrazujących w różny sposób rozkład tkanek zawierających wodę i inne cząsteczki z dużą liczbą atomów wodoru w różnych proporcjach. Umożliwia to precyzyjny pomiar wielkości struktur anatomicznych mózgu, a w nowszych skanerach również obrazowanie rozchodzenia się płynów w tkankach mózgu (tensor diffusion imaging), a więc połączeń funkcjonalnych pomiędzy różnymi obszarami. MRI daje wyraźny kontrast pomiędzy tkankami różnych rodzajów, uwidaczniając patologie w budowie mózgu. Spektroskopia rezonansu magnetycznego (MRS) służy do wykrywania produktów metabolicznych. Konieczny jest silny magnes rzędu 0.5-3 Tesli (im silniejsze pole tym większa precyzja obrazowania), co powoduje wysokie koszty całej aparatury, rzędu miliona dolarów za jedną Teslę.

- Funkcjonalny rezonans magnetyczny (fMRI)

Mózg do intensywnej pracy wykorzystuje tlen niesiony przez hemoglobinę, zużywając go w tempie 10 razy większym niż reszta ciała. Po oddaniu tlenu hemoglobina nabiera własności magnetycznych, stosując techniki rezonansu magnetycznego można więc zaobserwować miejsca, w który tlen jest oddawany, a

więc neurony intensywnie pracują. Widoczny sygnał zależy od utlenienia hemoglobiny we krwi i dlatego nazywany jest sygnałem BOLD (Blood-Oxygen Level Dependent). Nie do końca rozumiemy procesy odpowiedzialne za powstawanie tego sygnału. Interpretacja wyników wymaga zwykle interdyscyplinarnego zespołu. Niestety sygnał BOLD jest słaby i dlatego konieczne są bardzo silne magnesy (1.5-7 Tesla), co odbija się na kilkukrotnie wyższych cenach skanerów fMRI w porównaniu ze zwykłymi skanerami MRI. Zaletą jest dość dokładna lokalizacja (1-5 mm) aktywnych obszarów mózgu i możliwość obserwacji zmian aktywności w skali czasowej rzędu kilku sekund. Pomiary są jednak stosunkowo długie, wymagają wielokrotnego powtarzania czynności, konieczne jest przy tym unieruchomienie głowy. Ograniczeniem jest też wysoki poziom hałasu, jaki wiąże się z działaniem tak silnego elektromagnesu. Chociaż otrzymujemy w ten sposób tylko pośrednie dane o aktywności mózgu możliwa jest identyfikacja poszczególnych obszarów zaangażowanych w przetwarzanie informacji określonego typu.

- Tomografia pozytonowa (PET)

Mózg zużywa w czasie pracy około 25% dostępnej w organizmie glukozy. Dodając do niej szybko rozpadające się radioaktywne znaczniki (o czasie rozpadu rzędu minut do kilku godzin) można śledzić w którym miejscu następuje koncentracja substancji radioaktywnych i jak szybko się przemieszczają. Wynikiem radioaktywnego rozpadu jest powstawanie pozytonów, które anihilując dają sygnał obserwowalny za pomocą kamer gamma. Jest to metoda niezwykle czuła, pozwalająca zmierzyć poziom wielu neuroprzekaźników, substancji leczniczych, narkotycznych jak i produktów metabolicznych w różnych regionach mózgu. Różne izotopy pozwalają badać różne procesy metaboliczne. Umożliwia to wczesną diagnozę wielu chorób, w tym chorób psychicznych, oraz badanie zużycia glukozy podczas wykonywania eksperymentów dotyczących zadań poznawczych. PET zastosowano w badaniach klinicznych już w latach 1970. Lokalizacja przestrzenna nie jest zbyt dobra (rzędu 5 mm), a rozdzielczość czasowa jest rzędu 1 minuty. Wysokie koszty aparatury, drogie utrzymanie i problemy z produkcją krótkotrwałych izotopów ograniczają zastosowania PET głównie do badań medycznych, w badaniach dynamiki procesów poznawczych jest stosowana dość rzadko.

SPECT, czyli tomografia emisyjna pojedynczego fotonu, jest pokrewną techniką o podobnych własnościach do PET.

- Elektroencefalografia (EEG)

Badania czynności elektrycznej mózgu na ludziach po raz pierwszy wykonano w 1924 roku (Hans Berger). Sygnały są dość słabe, mierzone potencjały elektryczne mają 5-200 mV, ich częstotści dochodzą do 100 Hz (ostatnio pojawiły się próby uwzględnienia znacznie wyższych częstotści, ale nie jest to technicznie proste). Stosuje się od jednej do 256 elektrod umieszczonych na czaszce (standardem jest 8 elektrod z każdej strony i 3 na środku). Dla lepszego kontaktu elektrod zwykle stosuje się żel. Główne zastosowania EEG to analiza zaburzeń snu (np. pod wpływem leków), poszukiwanie skłonności do padaczki, wykrywanie patologii mózgu, analiza stanów świadomości. W ostatnich latach szerokie zastosowania mają techniki badania podprogowych reakcji, generowania poleceń za pomocą wyobraźni czy myśli (Brain-Computer Interfaces, BCI), oraz wykorzystanie sygnałów EEG do relaksu lub jako metody wspomagającej leczenie (neurofeedback). Nie wiemy czy EEG jest artefaktem działania mózgu, czy też niesie w sobie istotne informacje, potrafimy bowiem zinterpretować tylko nieliczne cechy sygnału EEG.

Jednym ze sposobów wykorzystania EEG jest analiza reakcji na pokazywane bodźce, czyli badanie potencjałów wywołanych (ERP, event-related potentials) pojawiających się w ciągu ułamków sekundy po prezentacji jakiegoś bodźca. Takie potencjały są wywoływane wielokrotnie a wyniki po uśrednieniu mają charakterystyczne kształty. Badanie potencjałów wywołanych P300 z okolic skroniowych, czyli wzrostu potencjału 300 milisekund po prezentacji bodźca, stosuje się w psychiatrii do oceny zmian reakcji mózgu w wyniku stosowanych terapii. Próbowano zastosować tą technikę do wykrywania kłamstwa, pokazując podejrzanym słowa, frazy i obrazy kojarzące się z miejscem przestępstwa, i wyciągając wnioski na temat ich znajomości na podstawie analizy potencjałów P300. Lawrence Farwell nazwał taką technikę „brain fingerprinting” i zastosował ją do badania kilku morderców uzyskując zgodę sądów w USA. Jest to jednak dość kontrowersyjna technika, której dokładność pozostaje wątpliwa.

EEG ma wysoką rozdzielczość czasową, rzędu 1 milisekundy. W porównaniu z metodami neuroobrazowania jest to technika stosunkowo tania i łatwa w użyciu. Korzystając z wyrafinowanego oprogramowania możliwa jest tomografia niskiej

rozdzielczości (low resolution brain electromagnetic tomography, LORETA), czyli wykrycie położenia najsilniejszych źródeł odpowiedzialnych za aktywność elektryczną (z rozdzielczością rzędu centymetra), jak też śledzenie szybkich zmian tej aktywności.

- Magnetoencefalografia (MEG)

Opracowanie niezwykle czułych urządzeń do pomiaru pola magnetycznego, nadprzewodzących detektorów SQUID wykorzystujących zjawisko kwantowej interferencji (wymagają temperatury ciekłego helu), pozwoliło od lat 1980 na pomiary pola magnetycznego generowanego przez prądy w mózgu. Stosuje się zwykle bardzo wiele (~300) detektorów, wykrywając sygnały mózgu rzędu 10 fT (czyli 10^{-14} Tesli), przy szumach tła rzędu 10 milionów razy większych od sygnału. MEG wymaga pobudzenia przynajmniej 50.000 neuronów by wykryć pole magnetyczne towarzyszące płynącemu prądowi. Główne zastosowania to analiza ognisk padaczki, określanie obszarów kory przetwarzającej sygnały zmysłowe, funkcje językowe. MEG ma wysoką rozdzielczość czasową (<1 ms) ale jego zdolności do identyfikacji źródeł są rzędu kilku cm. Wysoka cena aparatury związana jest z zaawansowaną technologią i koniecznością utrzymywanie bardzo niskich temperatur. Interpretacja wyników nie jest łatwa, dlatego MEG stosowany jest zwykle w połączeniu z innymi technikami.

- Wariografy (poligrafy)

Wariografy, zwane też poligrafami lub „wykrywaczami kłamstw” są urządzeniami do mierzenia reakcji skórno-galwanicznej, ciśnienia krwi, tętna, rytmu oddychania, napięcia mięśni (EMG, elektromiografia) i innych parametrów fizjologicznych, które zmieniają się w wyniku reakcji emocjonalnej człowieka na zewnętrzne bodźce. Niestety interpretacja tych zmian nie jest prosta i wariografami mogą się posługiwać tylko odpowiednio przeszkolone osoby. Pomimo tego raport National Academy of Science (2003) i raporty innych organizacji kwestionują użyteczność metod poligraficznych: przy teście 10.000 osób wśród których jest 10 szpiegów wykrytych zostanie 8 z nich, ale na każdego wykrytego szpiega przypadnie 200 fałszywie oskarżonych osób. Metoda jest więc dość czuła, ale mało wrażliwa. Stawia to pod znakiem zapytania zastosowania poligrafów w pracy organów ścigania.

- Analiza napięcia głosu (VSA, CVSA)

Technika wykrywająca mikro-modulacje (w niskich częstościach pomiędzy 8-12 Hz) w głosie, powstałe w wyniku stresu, została skomputeryzowana w 1988 roku. Propagowana przez National Institute for Truth Verification¹ jest szeroko stosowana w USA, używa ją ponad 1700 agencji rządowych. Program komputerowy do takich analiz nie jest publicznie dostępny by chronić przed wykryciem agentów rządowych. Oceny efektywności przez Air Force Research Laboratory wykonane w 2005 roku dają jej dokładność na poziomie poligrafów.

- LVA (Layered Voice Analysis),

Jest to pokrewna technika, analizuje segmenty mowy, a w nich ton i wysokość głosu, w sumie około 120 parametrów za pomocą których dokonuje oceny 9 podstawowych emocji i oblicza poziom pobudzenia, uwagi, konfliktu, kłamstwa i inne cechy. Dostępne są przenośne urządzenia do analiz LVA. Niestety brakuje niezależnych ocen przydatności.

- Analiza mikroekspresji mięśni twarzy

Metody tego rodzaju wyrosły z psychologii emocji i badań Paula Ekmana (Ekman 2001) i jego systemu kodowania ruchów twarzy (Facial Action Coding System). Początkowo badano i trenowano ekspertów od przesłuchań pracujących dla policji i agend rządowych USA, którzy wykazywali szczególne predyspozycje do wykrywania kłamstw przesłuchiwanym osobom. Okazało się, że reagują oni na szybkozmienne (rzędu 1/20 sekundy), trudne do zauważenia wzorce napięć mięśni twarzy, które są widoczne na filmach robionych kamerą o dużej liczbie klatek na sekundę. Udało się opracować komputerowy system analizy mikroekspresji (Carnegi Mellon Univ), planowany jest system komputerowy dla lotnisk (T. Sejnowski). Szereg interesujących przykładów zastosowań tej techniki w badaniach marketingowych przedstawia D. Hill w książce *Emotionomics* (Hill, 2007).

- Kognitywna chronometria

Jest to nowa technika (Gregg 2007), jej pełna nazwa to Timed Antagonistic Response Alethiometer (TARA). Szybkie odpowiedzi na pary pytań mają świadczyć

¹ <http://www.cvsal.com/>

o prawdzie, a wolniejsze o kłamstwie. Zakłada się tu, że próba kłamania w spójny, niesprzeczny sposób wymaga większego wysiłku mentalnego niż dawanie prawdziwych odpowiedzi. Metoda wydaje się obiecująca, gdyż skuteczność we wstępnych testach oceniona została na 85%, ale z pełną oceną trzeba poczekać na dokładniejsze niezależne testów.

CO Z TEGO WYNIKA?

Techniki tomograficzne rozwinęły się stosunkowo niedawno; są nadal drogie, niezbyt precyzyjne, trudne w interpretacji, dają jedynie ogólne pojęcie o zaangażowaniu dużych struktur. Ważną tendencją jest łączenie ze sobą kilku technik, np. fMRI z MRI, EEG lub MEG, zwiększające czasową i przestrzenną zdolność rozdzielczą, umożliwiając precyzyjną lokalizację zdarzeń w mózgu i możliwość obserwacji szybkich zmian. Istniejące technologie są jednak ciągle ulepszone – fizycy nie śpią! Można się spodziewać coraz tańszych skanerów fMRI o większej szybkości i rozdzielczości przestrzennej. Doniesienia z laboratoriów zajmujących się rezonansem magnetycznym² pozwalają żywić nadzieje na pojawienie się skanerów bez drogich i hałaśliwych magnesów. Hiperpolaryzacja pozwala na lepszą magnetyzację niż bardzo silne magnesy, zwiększając siłę sygnału milion razy. MRI z laserową detekcją nie potrzebuje silnego magnesu. Możliwe więc będą tomografy MRI w postaci podręcznego skanera ze słabym magnesem!

Konieczne jest lepsze zrozumienie informacji znajdującej się w sygnałach EEG, MEG, fMRI i innych, jak też lepsze zrozumienie roli poszczególnych struktur mózgu, których aktywność obserwowana jest w neuroobrazowaniu: nie wystarczy wiedzieć co się pobudziło i gdzie, by rozumieć znaczenie takich stanów mózgu. Komputerowe architektury kognitywne pozwalają na tworzenie parametrycznych modeli procesów zachodzących w mózgu i są bezpośrednio porównywalne z fMRI (np. architektura 4CAPS, Just i Varma 2007).

Co możemy za pomocą takich technik powiedzieć o procesach podejmowania decyzji? Początkowo metody neuroobrazowania pozwalały odróżnić tylko proste wyobrażenia lub intencje dotyczące np. ruchu lewą lub prawą ręką lub nogą, ale w 2007 roku pokazano, że można też odróżnić znacznie bardziej subtelne stany mózgu,

² http://waugh.cchem.berkeley.edu/news_new.php, Univ. Berkeley, Pines. Lab.

związane z podjęciem decyzji czy dodać czy odjąć dwie liczby od siebie (Haynes i inn. 2007). Technologie odczytywania stanu mózgu mogą znaleźć zastosowanie w budowie interfejsów mózg-komputer. Mogą też pomóc klientom wybrać to, co ich najbardziej interesuje, albo też pomóc firmom manipulować klientami. Specjaliści od neuromarketingu (Zaltman, 2004) chcą przewidzieć decyzje klienta w odpowiedzi na przedstawiony materiał reklamowy. Jednakże proces podejmowania decyzji przez mózg jest skomplikowany i można jedynie badać reakcje emocjonalne i próbować przewidzieć, czy przedstawiona informacja zostanie efektywnie zapamiętana.

Hill (2007) podaje ciekawe przykłady analizy reklam producenta samochodów (obserwowano mikroekspresje twarzy), który przeproszał za niedawne problemy z usterkami. 80% badanych reagowała na takie reklamy negatywnie. Chociaż werbalne komentarze mogą nie dać podstaw do stwierdzenia, że reklama obniża prestiż marki (zawiedzeni właściciele nie chcą się głośno przyznać, że dali się nabrać), to reakcje emocjonalne pokazują to całkiem wyraźnie. Bardzo pozytywne reakcje werbalne na dodanie nowej funkcji do urządzenia gospodarstwa domowego były w wyraźnej sprzeczności z emocjonalnymi reakcjami 79% badanych, którzy martwili się możliwymi usterkami i wzrostem stopnia komplikacji obsługi urządzenia.

Szereg książek na temat neuromarketingu wydanych w ostatnich latach (Zaltman 2004; Anderson 2006; Renvoise i Morin 2006; Zweig 2007) odwołuje się do interpretacji tego typu reakcji. Sytuacja jest tu względnie prosta, gdyż stany emocjonalne odnoszą się bezpośrednio do produktów a nie do prezenterów biorących udział w reklamie. Firma FKF Applied Research³ wykorzystująca do badań skanery fMRI opracowała pewne standardy takich badań. Chcąc stwierdzić jak mózg reaguje na dany produkt lub markę analizuje się aktywność kilku obszarów. Jest to:

- brzuszne prążkowie (układ nagrody),
- kora oczłodołowa (pragnienie posiadania),
- przyśrodkowa kora przedczołowa (pozytywna więź),
- kora tylnego zakrętu obręczy (konflikt),
- ciało migdałowate (wyzwanie, zagrożenie).

Taka uproszczona identyfikacja obszarów mózgu z ich funkcjami budzi sporo wątpliwości. Jednak konkluzje z tego typu badań: 30% do 50% znaków firmowych i

³ <http://www.fkfappliedresearch.com>

materiałów marketingowych nie wpływa silnie na reakcję mózgu, konsumenci ignorują pasywnie lub aktywnie docierające informacje – nie budzą większych wątpliwości. Firma FKF odkryła, że prezentacje znanej marki pobudzają podobne obszary, co prezentacje logo sportowych drużyn. Uporczywa reklama zmienia stany naszego mózgu, utrwala skojarzenia i wpływa na decyzje, stąd znaczenie renomowanej marki. Brakuje dobrych modeli komputerowych takich procesów, które mogłyby pomóc w zrozumieniu, jak te reakcje przełożą się na procesy podejmowania decyzji.

Ekonomia posługuje się koncepcjami wymagającymi gruntownej rewizji: własności człowieka, inteligencja, jego zachowania nie istnieją w obiektywny sposób, lecz silnie zależą od sytuacji, w której go postawimy. Pieniądze są dla mózgu tym samym, co inne formy nagrody, np. jedzenie. Istnieje odrębny system motywacji i przyjemności, szukamy informacji chociaż ona nas irytuje, można czegoś pragnąć nie lubiąc (np. narkotyków). Od czego zależy szczodrość? Skłonność od dzielenia się pieniędzmi wzrosła (w grze w ultimatum i dyktatora) po podaniu oksytocyny o 80%, podobnie jak poczucie zadowolenia (Zak i in. 2007). Spełnianie pragnień szczęścia często nie daje, nie znamy bowiem swoich prawdziwych potrzeb.

Neuroekonomika powstała z połączenia neuronauk, ekonomii i psychologii, zajmując się oceną decyzji, ryzyka i zysków przez mózgi. Powstało już Association for NeuroPsychoEconomics, Society for Neuroeconomics, będzie też konferencja NeuroPsychoEconomics Conference, oraz od 2008 roku będzie się ukazywało pismo Journal of Neuroscience, Psychology, and Economics. Zapowiada się więc rewolucja w ekonomii i lepsze zrozumienie człowieka, nie tylko klienta. Istnieje oczywiście niebezpieczeństwo manipulacji, ale w odkrywaniu, czy oferta spełnia prawdziwe oczekiwania klienta nie widać nic złego. Jesteśmy na początku długiej drogi do zrozumienia siebie.

1. Anderson C. (2006): *The Long Tail: Why the Future of Business Is Selling Less of More*. China Citic Press.
2. Ekman P. (2001): *Telling Lies: Clues to Deceit in the Marketplace, Politics, and Marriage*.
3. Gregg, A. P. (2007). When vying reveals lying: The Timed Antagonistic Response Alethiometer. *Applied Cognitive Psychology*, 21, 621–647.

4. Haynes J-D i inn (2007): Reading Hidden Intentions in the Human Brain. *Current Biology* 17: 323-328.
5. Hill D. (2007): *Emotionomics: Winning Hearts and Minds*. Beaver's Pond Press
6. Investigation and Evaluation of Voice Stress Analysis Technology. (2002): AFRL/IFEC Rome Research Site, NY, USA.
7. Hurlburt R.T, Schwitzgebel E. (2007): *Describing Inner Experience? Proponent Meets Skeptic*. MIT Press, Cambridge, MA.
8. Just, M.A., Varma, S. (2007): The organization of thinking: What functional brain imaging reveals about the neuroarchitecture of complex cognition. *Cognitive, Affective, and Behavioral Neuroscience* 7: 153-191.
9. Pinker S. (2004): *Tabula rasa. Spory o naturę ludzką*. Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk.
10. Plomin R, McGuffin P, McClearn G.M, DeFries J.C. (2001): *Genetyka zachowania*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
11. *The Polygraph and Lie Detection*. (2003): National Academy Press, USA.
12. Renvoise P, Morin C: (2006): *Neuromarketing - Selling to the Old Brain for Instant Success*. SalesBrain Publishing.
13. Sanfey, A.G. i inn. (2003): The Neural Basis of Economic Decision-Making in the Ultimatum Game, *Science* 13, 300: 1755-1758.
14. Walters S.B. (2005): *Kłamstwo. Cała prawda o...*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk.
15. Zak P.J, Stanton A.A, Ahmadi S. (2007): Oxytocin Increases Generosity in Humans. *PLoS ONE* 2(11): e1128. doi:10.1371/journal.pone.0001128
16. Zaltman G. (2004): *Jak myślą klienci. Podróż w głąb umysłu rynku*. Wydawnictwo FORUM.
17. Zweig J. (2007): *Your Money and Your Brain. How The New Science of Neuroeconomics Can Make You Rich*. Simon & Schuster.

Włodzisław Duch zajmuje się neuroinformatyką kognitywną, jest kierownikiem Katedry Informatyki Stosowanej UMK oraz Prezydentem European Neural Network Society. Jego strona dostępna jest po napisaniu „W Duch” w dowolnej wyszukiwarce WWW.