

Czy już rozumiemy świadomość?

Empiryczne badania nad świadomością mają stosunkowo krótką historię. Introspekcja będąca podstawą programów psychologii do początków 20 wieku nie doprowadziła do istotnego postępu, podobnie behawioryzm, który całkowicie odwrócił się od badania świadomości. Rozróżnienie sekwencyjnych, powolnych i ograniczonych świadomych procesów od szybkich, wielotorowych i automatycznych nieświadomych procesów opisał George Mandler w 1975 roku. Stopniowo formowała się grupa psychologów, filozofów i neuronaukowców zainteresowanych eksperymentalnymi badaniami świadomości. Ważną rolę odegrała tu konferencja „Toward a Science of Consciousness” organizowana od 1994 roku w Tucson w Arizonie, a następnie utworzenie “Association for the Scientific Study of Consciousness”, oraz czasopisma “Consciousness and Cognition”, oraz “Journal of Consciousness Studies”. W następnych latach pojawiły się nowe centra badawcze, coraz więcej czasopism i nowe stowarzyszenia, takie jak “Society for Consciousness Studies”, których związek z nauką jest, delikatnie to określając, nieco luźniejszy.

Wokół świadomości narosło dużo mitów i egzotycznych teorii stwarzających pozory wyjaśnień. Dlaczego np. kwantowe mechanizmy opisujące procesy w mikrotubulach wewnątrz neuronów miałyby coś wyjaśniać na temat świadomości (Teoria Orch OR Hameroffa i Penrose’a)? Czemu psychony, hipotetyczne kwanty świadomości Ecclesa i Poppera, miałyby mieć coś wspólnego z subiektywnymi wrażeniami, które stanowią treść świadomości? Przypomina to wyjaśnienia magiczne, zakładające, że duch oddziałuje w jakiś sposób na materię, a o procesy poznawcze niematerialnych bytów już nie ma sensu pytać. Interesującym zagadnieniem jest próba zrozumienia, dlaczego część osób przyjmuje takie teorie za wyjaśnienie. Chociaż sami nie rozumiemy o co chodzi to mamy zaufanie do ekspertów, którym wydaje się, że rozumieją?

W podejściu do świadomości można spotkać dwa skrajne stanowiska. Simon Blackburn, w Oksfordzkim słowniku filozoficznym (Książka i Wiedza, Warszawa 1997, s. 392) napisał pod hasłem “Świadomość”: “Prawdopodobnie największe wyzwanie i szeroko rozpowszechnione źródło problemów w całej filozofii” twierdząc, że “... nie potrafimy nic zgoła powiedzieć o jej naturze”. Tak przynajmniej wydawało się ponad 20 lat temu. Największym wyzwaniem stał się wówczas „trudny problem świadomości” Dawida Chalmersa, opisany dokładnie w 1996 roku w książce „Świadomy Umysł. W Poszukiwaniu Teorii Fundamentalnej” (PWN 2010). Z drugiej strony część ekspertów zajmujących się neurobiologią nie widzi tu większego problemu. W przypadku konkretnych eksperymentów wiemy (lub przynajmniej mamy weryfikowalne hipotezy) jakie procesy muszą zajść w mózgu by badana osoba była świadoma. Śledzimy przepływ aktywacji, dostrzegamy zmiany synchronizacji odległych obszarów mózgu, potrafimy powiązać wewnętrzny przepływ informacji z subiektywnymi odczuciami. Neuropsychologia szczegółowo opisuje zaburzenia związane z brakiem aktywacji

określonych obszarów mózgu i ich związek z utratą pewnych subiektywnych wrażeń i umiejętności.

Niektórzy filozofowie próbowali już wieki temu powiązać rozważania na temat świadomości z naukami empirycznymi. John Locke, doktor medycyny, napisał w 1689 roku „Rozważania dotyczące rozumu ludzkiego”, dzieląc wrażenia na te, które daje się obiektywnie obserwować, oraz te subiektywnie odczuwane. Za realne uznał cechy pierwotne, dające się zmierzyć rozmiary, kształty, czy ruch ciał, za subiektywne wrażenia wtórne: kolor, ciepło, zapach, które istnieją tylko dzięki zmysłom i mózgom. Są to „modyfikacje materii w ciałach, które wywołują w nas owe doznania”. Cechy pierwotne również postrzegamy dzięki zmysłom, ale można je określić w jednoznaczny, niezależny od obserwatora sposób, podczas gdy cechy wtórne są zawsze zależne od obserwatora. Locke uznał, że świadomość to percepcja tego, co dzieje się we własnym umyśle. Każdy „ogląda w świetle refleksji zjawiska, jakie zachodzą w jego własnym umyśle” (Rozważania ... Księga II, 1.19). Ponad 300 lat temu to była naprawdę głęboka myśl! Należy teraz zdefiniować, czym jest percepcja jak i na czym polega „oglądanie w świetle refleksji”.

Mamy obecnie kilka teorii na temat procesów związanych z świadomym postrzeganiem. Już w starożytności Arystoteles wprowadził pojęcie „wspólnego zmysłu”, czyli rozsądku (w języku ang. *common sense*, łacińskie *sensus communis*), potrzebnego by uzgodnić różne aspekty wrażeń postrzeganych przez zmysły i dokonywać rozróżnień. To rozsądek powoduje, że świat jawi się nam w sposób jednolity. Jak z informacji pochodzącej z różnych zmysłów i przetwarzanej w mózgu w odrębnych obszarach specjalizujących się w jej przetwarzaniu powstaje ciąg wrażeń stanowiących treść świadomości i umożliwiających spójne działanie? Próbując zrozumieć jak zbudować model inteligentnego działania Marvin Minsky napisał w książce „Society of mind” (1986): „Rozsądek nie jest prostą rzeczą. Jest to ogromny zbiór praktycznych, wyuczonych idei, reguł i wyjątków od nich, dyspozycji i tendencji do działania, porównywania i sprawdzania.” Umysł nie jest więc monolitem, tylko zbiorem wyspecjalizowanych funkcji, współpracujących ze sobą, wymieniających informację we wspólnej przestrzeni. W sztucznej inteligencji, której Minsky był pionierem, doprowadziło to do powstania modeli wieloagentowych i „tablicowej architektury”, w których każdy agent to wyspecjalizowany proces, a wielu agentów współpracując ze sobą przekazuje sobie informacje w przestrzeni roboczej, na wszystkim dostępnej tablicy, umożliwiając inteligentne działania. Wiele procesów toczy się równocześnie, nie ma tu prostej przyczynowości, można raczej mówić o przyczynowości kołowej, realizowanej przez sieci zapętlnionych procesów.

Mniej więcej w tym czasie w psychologii Bernard Baars rozwinął „kognitywną teorię świadomości”, opisaną w książce „A Cognitive Theory of Consciousness” (1988). Globalna Teoria Przestrzeni Roboczej (GWT, Global Workspace Theory) jest podparta ogólnym rozumieniem procesów zachodzących w mózgu. Baars opisał to za pomocą metafory „Teatru świadomości”, w którym uwaga pełni rolę reflektora oświetlającego różne fragmenty sceny. Dzięki temu informacja staje się dostępna siedzącej w ciemności widowni, reprezentującej

liczne nieświadome procesy. To właśnie zawartość przestrzeni roboczej udostępniona w całym mózgu pojawia się w treści świadomości, chociaż nie jest jasne jakie specyficzne procesy neuronalne są tu konieczne. Czy jest to tylko dostępność informacji, którą można skomentować werbalnie lub przez ruchy ciała? Czy zawsze wymaga to interakcji z jakimiś procesami reprezentacji „ja”, czy jest tak tylko w przypadku samoświadomości? Jaki dokładnie jest tu związek z pamięcią roboczą, która jest bardziej złożonym mechanizmem niż sama przestrzeń robocza?

Rozwinięciem teorii Baarsa stała się neurokognitywna teoria GWT (czyli GNWT), którą opracował Stanislas Dehaene i Lionel Naccache (2001). Rozróżniono w niej trzy sytuacje (Rys. 1): podprogowe bodźce pobudzają korę zmysłową, ale jest to tylko proces lokalny, który przegrywa konkurencję o dostęp do globalnej przestrzeni roboczej, więc pozostaje niezauważony. Nawet jeśli bodźce są silne, ale uwaga skupiona nad czymś innym, mogą również nie uzyskać dostępu do globalnej przestrzeni roboczej, są więc przedświadome. Jedynie w przypadku intencjonalnego zaangażowania uwagi – co wiąże się z aktywacją rozległej grzbietowej sieci uwagowej (DAN, Dorsal Attention Network) – lub spontanicznego przyciągnięcia uwagi – co wiąże się z aktywacją rozległej brzusznej sieci uwagowej (VAN, Ventral Attention Network) – możliwy jest dostęp do globalnej przestrzeni roboczej (Rys. 2).

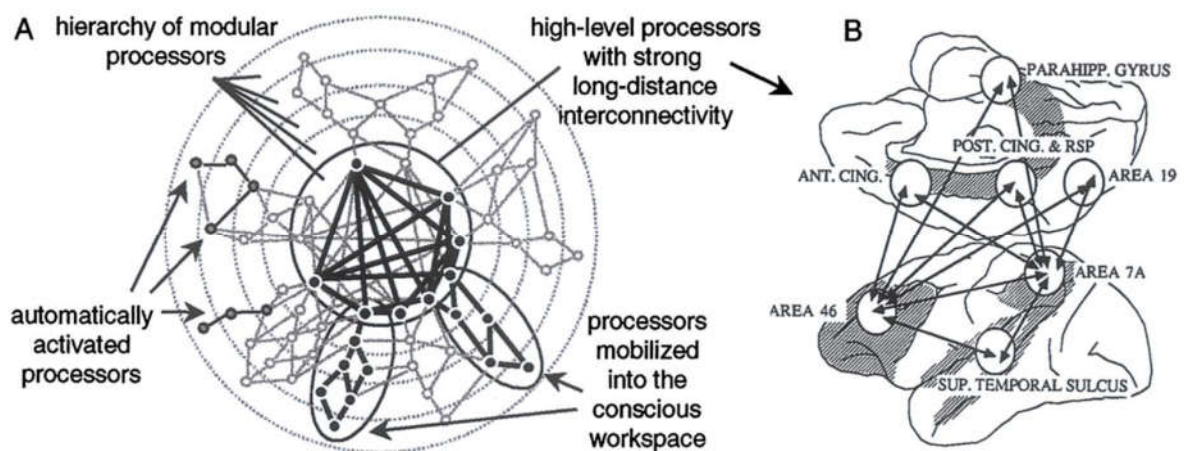
Sieć DAN odpowiedzialna za przetwarzanie odgórne (top-down) informacji, angażuje obszary po obu stronach mózgu, bruzdę śródciemienną (IPS) i pola czołowe oczu (FEF, skrzyżowanie bruzdy przedśrodkowej i górnej bruzdy czołowej). Te obszary pobudzają korę wzrokową i inne obszary kory zmysłowej, powodując reorientację uwagi w pożądaną stronę. Jest to efekt odgórny, silniejszy niż oddolne pobudzenie tych obszarów przez korę wzrokową lub słuchową.

Sieć VAN analizuje dopływające informacje po to by określić na ile są istotne i czy trzeba zwrócić na nie uwagę. Jeśli coś się nagle pojawia w peryferyjnym polu widzenia, lub jest to inny nieoczekiwany bodziec, w prawej półkuli w brzusznej korze czołowej (VFC) i skrzyżowaniu skroniowo-ciemiennym (TPJ) pojawiają się synchroniczne oscylacje o wysokiej częstotliwości (gamma). TPJ po lewej stronie pobudza się w wzrokowych testach uwagowych, ale nie różnicuje wskazówek mylących (niespójnych) od naprowadzających (spójnych). Jest to spontaniczna, nieświadoma reakcja oddolna (bottom-up), ale skoro informacja może być potencjalnie ważna trzeba ją dokładniej przeanalizować i na nią zareagować, a to już wymaga dostępu do globalnej przestrzeni roboczej. Obydwie sieci uwagowe współpracują ze sobą utrzymując równowagę pomiędzy procesami odgórnymi i oddolnymi. Można je rozróżnić analizując synchronizację różnych obszarów mózgu w czasie odpoczynku (resting state), jak też badając połączenia strukturalne (biała materia długich aksonów) za pomocą traktografii.

Badanie neurokognitywnych mechanizmów odpowiedzialnych za świadome procesy oparte jest na dobrze określonym programie badawczym. Możemy badać mechanizm sprzężenia różnych sieci rozległych, na przykład wpływu sieci uwagowych na czołowo-ciemiennie sieci

odpowiedzialne za kontrolę kognitywną (CCN, cognitive control network), obejmujące grzbietową część kory przedczołowej (DLPFC), przednią część kory zakrętu obręczy (dACC) i część grzbietową kory ciemieniowej (DPC). Wzajemne aktywacje sieci rozległych odpowiedzialnych za percepcję, uwagę, kontrolę kognitywną, język i pamięć pokazują jak mózg może analizować i komentować swoje wewnętrzne stany i w jakich warunkach będzie to działanie świadome, aktywacje dostępne na poziomie globalnym, które umożliwiają takie komentarze. Możemy zadawać szczegółowe pytania dotyczące roli poszczególnych obszarów mózgu w analizie różnych cech bodźców zmysłowych i zapamiętanych stanów pamięci epizodycznej, analizować proces powstawania wrażeń o specyficznych własnościach. Za zdarzeniami mentalnymi stoją fizyczne procesy zachodzące w czasie i przestrzeni dostarczanej przez sieci mózgu, który reaguje na nie kontrolując ciało, a w przypadku ludzi robiąc komentarze werbalne na temat swojego stanu.

Neurokognitywne podejście nie zadawała jednak każdego. Z jednej strony mamy próby zmierzenia poziomu świadomości i sprowadzenia pomiarów do jednej liczby, a z drugiej rozważania filozoficzne dotyczące „trudnego problemu świadomości”. Dobrze wprowadzenie do różnych podejść dotyczących świadomości zawiera strona „What is consciousness? - The Brain From Top to Bottom”.



Rys 1. Symboliczna reprezentacja różnych procesów w mózgu i ich związek z aktywacjami wybranych obszarów. Sieć czołowo-ciemieniowa w centrum reguluje współpracę innych podsieci analizujących różne aspekty percepcji i stanów wewnętrznych. Za Dehaen i Naccache (Cognition, 2001).

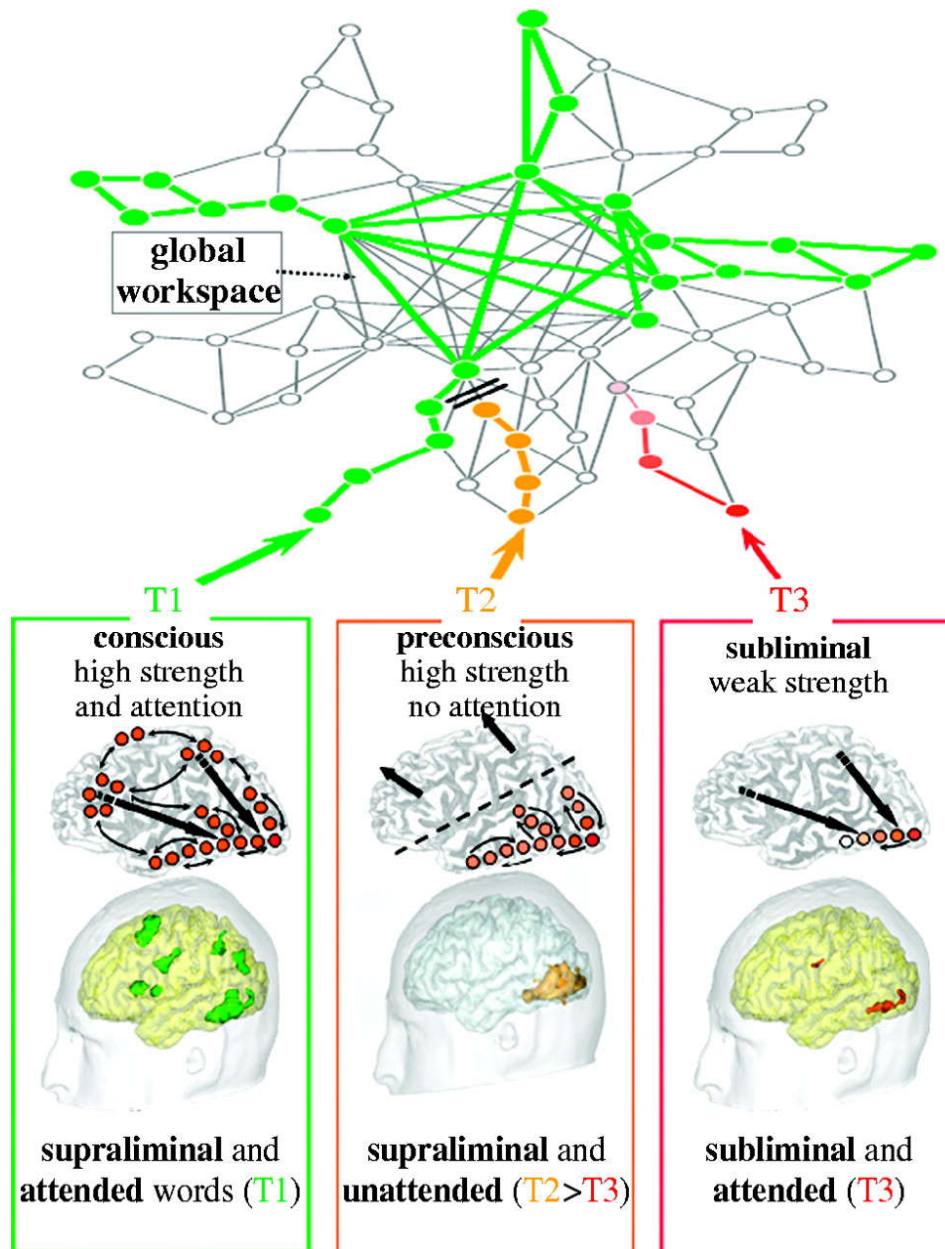


Fig. 2. Świadome, przedświadome i podprogowe aktywacje mózgu i symboliczna reprezentacja ich wpływu na globalną neuronalną przestrzeń roboczą. Za S. Dehaen i inn. (Trends in Cognitive Sciences 2006).

Czy podejście neurokognitywne może wyjaśnić istotę świadomości? Kevin O'Regan, twórca **Sensomotorycznej Teorii Świadomości (STC)**, powiedział nam w wywiadzie (Avant, 2011): „Podobnie jak życie, świadomość nie jest żadnym rodzajem witalnej treści wytwarzanej przez mózg. To tylko sposób mówienia o pewnych posiadanych przez nas zdolnościach.” Najbardziej tajemnicza, wymagająca wyjaśnienia, wydaje mu się świadomość tego, że coś czujemy, która jest bardzo pierwotna i różni zwierzęta od maszyn. Wrażenia zmysłowe uważa też za formę odczuwania. Potrzebne jest wyjaśnienie tego, jak to jest gdy się doświadcza jakiegoś wrażenia. Co wiąże się z czuciem (ang. *feel*), jakie ma to własności? Mogą to być skojarzenia i stany kognitywne, np. czerwień może się kojarzyć z zachodem

stońca albo z kolorem krwi. Mogą to być też wyuczone dyspozycje do działania, odruchy, np. zielone światło to sygnał do ruszania na przejściu. To jednak tylko towarzyszące wrażeniom dodatki, a nie samo wrażenie. Również jako dodatek można potraktować reakcje fizjologiczne takie jak omdlenia na widok krwi czy szybsze bicie serca na widok wypadku. Jeśli odjąć takie wszystkie dodatki pozostają subiektywne „czyste wrażenia”, nazywane przez filozofów qualiami. Czyste wrażenie, które można też nazwać jakością wrażenia, określa jak to jest doświadczyć takiego wrażenia. Obiektywne wyjaśnienie czym są jakości wrażeń stanowi według Chalmersa trudny problem świadomości. Skoro są to czysto subiektywne, nie dające się opisać wrażenia, jak możemy je opisać w obiektywny sposób, używając naukowych pojęć? Dlaczego jakieś oscylacje neuronów lub koncentracja neurotransmiterów powoduje, że zielone różni się od czerwonego lub od dźwięku dzwonu?

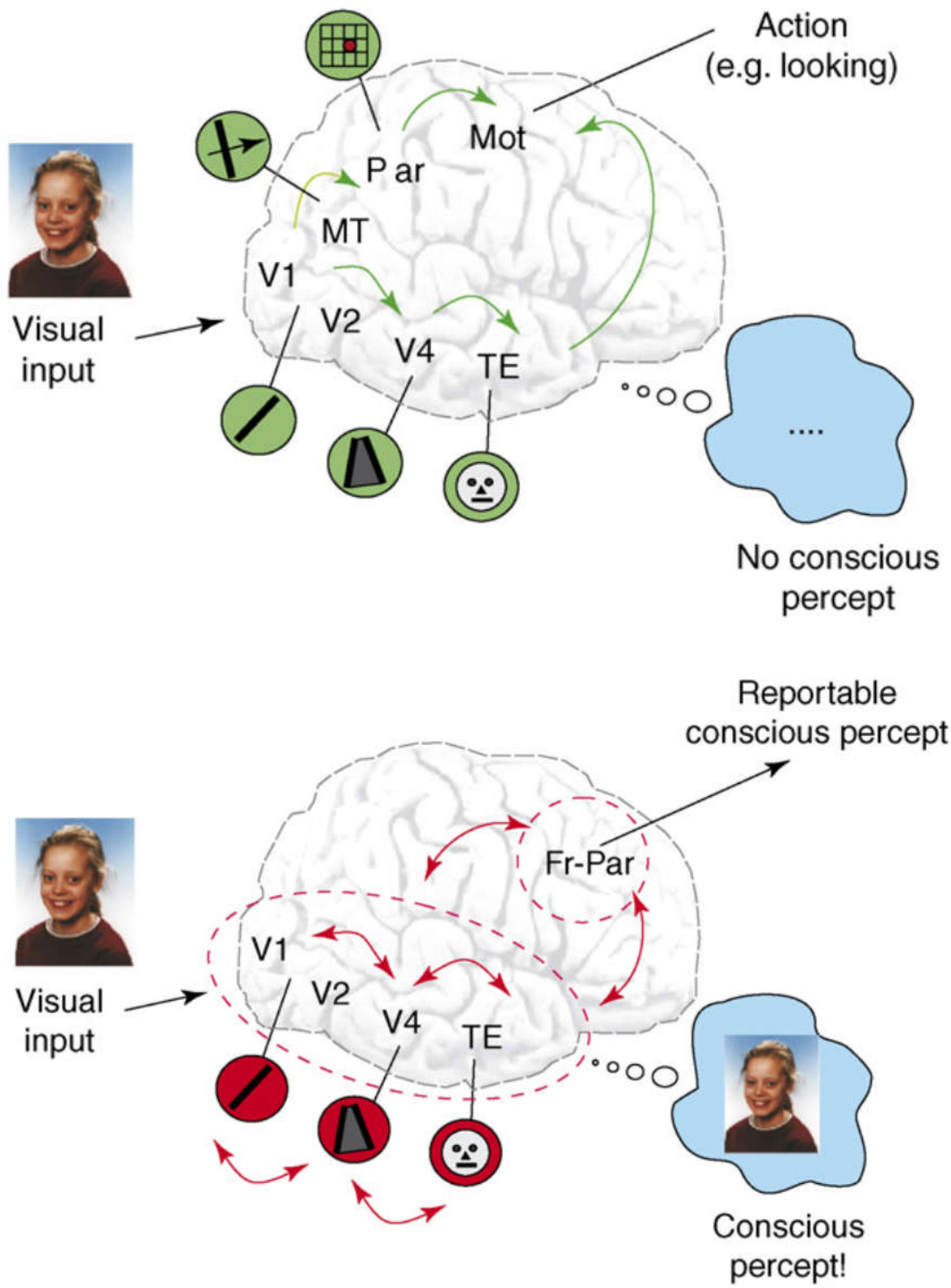
O'Regan analizuje czyste wrażenia z punktu widzenia sensomotorycznej teorii świadomości. Czuć nie jest tylko zależne od procesów zachodzących w mózgu ale wynika ze sposobu interakcji z otoczeniem. Wyjaśnienia wymagają cztery aspekty. Czuć charakteryzuje się wrażeniami zmysłowymi, jest „fenomenem” w terminologii filozofii umysłu. Wrażenia mają wiele własności, np. spektrum kolorów, barwę i wysokość dźwięków, ciepło i chłód, czy miękkość i chropowatość. Niektóre aspekty tych własności można ze sobą porównywać, np. intensywność wrażeń czy czas ich trwania. Pomimo tego nie da się w pełni opisać wrażeń, jeśli się ich nie doświadczyło. Znane nam wrażenia można do pewnego stopnia przywołać dzięki werbalnym wskazówkom, ale jeśli ktoś nigdy nie wąchał duriana opisywanie jego zapachu nic nie da, dla jednych jest on wstrętny a dla innych cudowny. To reakcja mózgu, którą werbalny opis nie jest w stanie odtworzyć.

Jak więc wyjaśnić dlaczego ludzie są świadomi, a komputery nie? Dlaczego możemy świadomość utracić, np. na skutek omdlenia lub śpiączki? Dlaczego nie jesteśmy świadomi wielu bodźców i ulegamy iluzjom, np. nie zauważając powolnych zmian obrazu (jak w przypadku *change blindness*). Świadome wrażenia mają w normalnych sytuacjach życiowych wpływ na stany umysłu, wyrażający się przez procesy mentalne, mowę czy działanie. Jednakże pewne działania mogą być w pełni automatyczne, możemy nie zdawać sobie sprawy z większości postrzeganych scen w czasie jazdy samochodem, pomimo ciągłych reakcji na zdarzenia na drodze. W sensomotorycznej teorii świadomości widzenie jest procesem aktywnego szukania informacji. Świat służy nam niejako za zewnętrzną pamięć, dostarczając informacji na żądanie. Nie jesteśmy świadomi zmian obrazu zrobionych w czasie maskowania jakiegoś fragmentu dopóki nie szukamy aktywnie dostępnej tam informacji. Nie mamy dziury w polu widzenia z powodu ślepej plamki, ani na skutek uszkodzeń siatkówki czy nawet znacznych ubytków kory wzrokowej. Percepcja musi jednak być zintegrowana z aktywnością poznawczą by wywołać świadome wrażenia. Automatyczne, sensomotoryczne działania takich wrażeń nie wywołują.

O'Regan analizuje percepcję w oryginalny sposób. Wrażenia dostarczane przez różne zmysły są wynikiem różnego sposobu interakcji ze światem. Wzrok pozwala patrzeć w określonym

kierunku, mamy tu mruganie, sakady, skomplikowany system orientacji w zależności od położenia głowy. Patrząc na linię prostą wykonujemy inne ruchy oczu niż na linię mocno falującą. Dotyk jest związany z określoną częścią ciała. Słuch dostarcza informacji o odległości i kierunku aktywując spontaniczną uwagę. Percepcja zmysłowa jest powiązana z reakcjami ciała w sposób, którego zwykle nie zauważamy. Jest w niej istotny komponent cielesny, spontaniczne pobudzenie (przyciąganie uwagi) i pewna niezależność od ruchów ciała. To odróżnia doświadczenie zmysłowe od procesów poznawczych, które nie są zależne od ustawienia głowy czy obrotu ciała. Częściowa niezależność oznacza, że percepcja może się zmienić nie tylko w skutek ruchów ciała, ale zmian następujących w naszym otoczeniu. Spontaniczne przyciąganie uwagi jest również niezależne od ruchów ciała. Postrzeganie świata jest rezultatem tego rodzaju mechanizmów, odmiennych od tych, które towarzyszą myślom czy odczuciom dostarczonym przez autonomiczny system nerwowy.

Takie rozważania prowadzą do głębszej analizy wrażeń odbierając im nieco tajemniczość. Qualia są istotnie różne nie tylko z powodu aktywacji różnych obszarów mózgu ale również sposobu ich wykorzystania w procesach związanych z percepcją i stojących za ich powstaniem działań sensomotorycznych. STC stawia szereg konkretnych pytań dotyczących mechanizmów uczenia się zależności sensomotorycznych stojących za wrażeniami, procesów rozwojowych, neuronalnych procesów koniecznych do powstawania wrażeń. Tu O'Regan nawiązuje do neuronalnej teorii globalnej przestrzeni roboczej. Rozróżnić należy procesy przepływu informacji przebiegające w jednym kierunku, od zmysłów do kory ruchowej, od procesów rekurencyjnych, a więc przepływu aktywności w zamkniętych pętlach, gdzie nie ma przyczynowości liniowej. V. Lamme (2006) zaproponował **Teorię Przetwarzania Rekurencyjnego** (RPT, Recurrent Processing Theory) zakładając, że warunkiem dostatecznym i wystarczającym powstawania świadomych wrażeń jest właśnie rekurencja. Aktywacja kory zmysłowej zostaje uświadomiona dopiero gdy procesy odgórne zaczną oddziaływać na korę zmysłową i powstanie pętla przepływu informacji w obie strony, pozwalająca na jej właściwą interpretację. Rekurencyjne procesy nie powstają w przypadku bardzo krótkich bodźców, np. w eksperymentach z maskowaniem bodźców wzrokowych, których nie jesteśmy świadomi. Aktywacja pierwotnej kory wzrokowej V1 wzrasta gdy bodźce wzrokowe są w świadomy sposób postrzegane. W czasie anestezji bodźce mogą pobudzać pierwotną korę zmysłową ale nie wywołują zapętlonych aktywacji. Teoria ta również stawia szereg hipotez, które można eksperymentalnie weryfikować i zgadza się z podejściem O'Regana o konieczności zaangażowania procesów poznawczych w powstawanie świadomych wrażeń.



Rys 3. Pętle rekurencyjne konieczne są do powstania świadomych wrażeń wzrokowych. Za V.A.F. Lamme (Trends in Cognitive Sciences, 2006).

Teoria Zintegrowanej Informacji (Integrated Information Theory, IIT) chce obiektywnie określić poziom świadomości. Teoria ta zakłada (Tononi, 2004), że świadomość możliwa jest

w systemach, które nie są zbyt chaotyczne ani zbyt regularne. Konieczny jest kompromis pomiędzy złożonością informacji i jej integracją. Z jednej strony mamy własności świadomego doświadczenia, nazywane tu aksjomatami, a z drugiej własności fizycznego substratu, potrzebne do ich realizacji, zwane postulatami. Aksjomaty to:

1. Rzeczywiste istnienie: tu i teraz, którego mogę być pewnym, niezależnie od zewnętrznych obserwacji, a więc jako wewnętrzna własność systemu.
2. Struktura: każde doświadczenie ma określone strukturalne własności, liczne aspekty.
3. Informacja: każde rzeczywiste doświadczenie jest na swój sposób unikalne, zawiera informacje nie tylko o elementarnych wrażeniach ale i ich kombinacjach, oraz braku pewnych wrażeń, np. ciemność i cisza to brak kolorów, dźwięków, obiektów itp.
4. Integracja: świadome doświadczenia są niepodzielne, całościowe, nieredukowalne do niezależnych aspektów, doświadczamy całości.
5. Wyłącznieść: świadome doświadczenie ma określone fenomenalne czaso-przestrzenne cechy i charakterystyczną szybkość zmian, nie może być inne niż jest.

Mając takie aksjomaty teoria powinna wyjaśnić istnienie świadomych doświadczeń, ich zróżnicowanie, strukturę i niepodzielność. Substrat fizyczny, w którym może powstać takie doświadczenie musi realizować odpowiednie związki przyczynowe, czyli mieć odpowiednie własności. IIT postuluje miarę integracji informacji lokalnej ϕ , obliczanej na podstawie analizy struktury związków przyczynowych systemu. By ją obliczyć trzeba zbadać efekty zaburzeń systemu na wszystkie możliwe sposoby tak, by zobaczyć jak to zmienia jego możliwe przyszłe stany. Zintegrowany system to taki, którego każdy fragment wpływa na wszystkie inne i sam odczuwa wpływ całej reszty systemu. Wewnętrzną nieredukowalność systemu ocenia miara zintegrowanej informacji Φ , która określa do jakiego stopnia struktura przyczynowo-skutkowa wynikająca z oddziaływań elementów całego systemu zmienia się w przypadku zaburzeń, które zmieniają jego podział na zaburzone podsystemy w minimalnym stopniu. Świadome doświadczenie jest wewnętrzną własnością systemów dla których miara zintegrowanej informacji $\Phi > 0$. W systemach neuronowych bez pętli zwrotnych zawsze $\Phi = 0$, a z pętlami zwrotnymi miara Φ jest dodatnia. Chociaż ściśle obliczenie wartości takich miar jest trudne to przybliżone obliczenia w przypadku zaburzeń świadomości, od śpiączki, przez stan minimalnej świadomości i jawy, pokazują rosnące wartości.

Czy różnica pomiędzy świadomą percepcją i nieświadomym przetwarzaniem informacji jest absolutna, czy to raczej kwestia intensywności? Procesy neuronowe konkurują ze sobą, mechanizm „zwycięzca bierze wszystko” potrafi w bardzo krótkim czasie zmienić stan globalnej przestrzeni roboczej, ale przy zaangażowaniu dużych grup neuronów można się spodziewać, że im silniejszy bodziec tym bardziej prawdopodobna będzie jego identyfikacja i pewność, że się go dostrzegło. Miara Φ ma ciągłe wartości więc teoria IIT przewiduje różne stopnie świadomości. Stąd przypisywanie świadomości bardzo prymitywnym organizmom, nawet bakteriom, o czym mówi w wywiadach Christoph Koch, jeden z twórców tej teorii. Jednakże sprowadzanie różnych aspektów świadomości do jednej liczby wydaje się mocno wątpliwe. Świadomość zwierząt i świadomość ludzi nie da się porównać za pomocą jednej

miary. To nie tylko kwestia złożoności i integracji procesów, ale też specyficznych własności świadomości człowieka, odmiennych wrażeń zwierząt obdarzonych różnymi zmysłami, stopnia intensywności tych wrażeń, czasu ich trwania zależnego od tego jak długo aktywacja neuronalna będzie podtrzymywana w zamkniętych pętlach.

Jak widać z tego krótkiego przeglądu badania nad świadomością przestały być domeną filozofii, rozwijają się w wielu kierunkach, a nowe idee i programy badawcze zmierzają do weryfikacji różnych konkretnych hipotez.