

Recenzja pracy doktorskiej pt. „Beyond the contrastive analysis. Neural computations of conscious representations: questions and challenges” autorstwa Moniki Derdy.

Praca doktorska przedstawiona przez Monikę Derdę bada neuronalne korelaty świadomości (NCC), koncentrując się na zrozumieniu związku między neuronalnymi markerami świadomej percepcji a ocenami subiektywnej widoczności, gdy uczestnicy mają za zadanie przypisać swoje doświadczenia do poszczególnych kategorii na Skali Świadomości Percepcyjnej (PAS). Praca podważa tradycyjne podejście, polegające jedynie na kontrastowaniu warunków świadomego i nieświadomego postrzegania w badaniach nad świadomością, proponując, że komponent Późnej Pozytywizacji sygnału (LP) odzwierciedla metapoznawczy aspekt reprezentacji świadomej. Czyni to w kontekście teorii, że świadomość (percepcyjna) jest zjawiskiem podlegającym gradacji.

Praca składa się z sześciu rozdziałów, przy czym badania eksperymentalne przedstawione są w rozdziałach 2-5. Program badawczy systematycznie analizuje trzy hipotezy dotyczące informacji, jakie niesie metapoznawczy komponent: (1) informacje o jakości reprezentacji bodźca, (2) informacje o wiarygodności reprezentacji percepcyjnej dla podejmowania decyzji oraz (3) informacje o wyuczonej wartości z poprzednich prób.

Dwa pierwsze eksperymenty (rozdziały 2-3) badały, jak poziom przetwarzania wpływa na relację między subiektywną widocznością a amplitudą LP. Trzeci eksperyment (rozdział 4) analizował, czy amplituda LP zachowuje się podobnie jak komponent centralnociemieniowej pozytywizacji, wskazując na akumulację dowodów dla decyzji percepcyjnych. Czwarty eksperyment (rozdział 5) eksplorował, czy amplituda LP jest zależna od zakumulowanej informacji o subiektywnej widoczności z poprzednich prób.

Rozdział pierwszy ustala ramy teoretyczne do badania neuronalnych korelatów świadomości (NCC), koncentrując się na ograniczeniach obecnych podejść metodologicznych i proponując nowe ujęcie relacji między neuronalnymi a behawioralnymi markerami subiektywnej

widoczności. Rozdział rozpoczyna się od wszechstronnego przeglądu badań nad NCC i metody kontrastowej, przechodząc do krytyki tradycyjnego podejścia dychotomicznego, które porównuje warunki „świadome” i „nieświadome”. Następnie autorka omawia subiektywne miary świadomości, w szczególności Skalę Świadomości Percepcyjnej (PAS), argumentując za ich większą przydatnością w uchwyceniu stopniowości natury doświadczenia świadomego. Rozdział wyróżnia się przemyślaną krytyką metody kontrastowej, jasno przedstawiając potencjalne zafałszowania i ograniczenia, które pominięto w poprzednich badaniach. Argumentacja na rzecz stosowania stopniowych miar świadomości jest szczególnie dobrze rozwinięta, poparta zarówno rozważaniami teoretycznymi, jak i dowodami empirycznymi. Autorka z powodzeniem syntetyzuje różnorodne perspektywy teoretyczne, aby zaproponować nowatorskie ramy łączące metapoznanie z reprezentacją świadomą. Przejście od krytyki metodologicznej do propozycji teoretycznych jest logiczne i dobrze ustrukturyzowane, stanowiąc solidną podstawę dla dalszych badań eksperymentalnych.

Pomimo swoich mocnych stron, rozdział zawiera pewne ograniczenia. Relacja między różnymi teoriami świadomości (Global Workspace, Teorie Wyższego Rzędu, itp.) a proponowanym metapoznawczym komponentem wymaga bardziej szczegółowej analizy. Autorka mogłaby również bardziej jednoznacznie przedstawić alternatywne wyjaśnienia, dlaczego oceny PAS mogą korelować z amplitudą LP. Rozdział skorzystałby na bardziej wyraźnym rozwinięciu teoretycznym, zwłaszcza w modelowaniu interakcji procesów percepcyjnych i metapoznawczych. Bardziej szczegółowe porównanie z istniejącymi teoriami pomogłoby wyjaśnić unikalny wkład tego podejścia. Ponadto, odniesienie się do potencjalnej krytyki redukcji doświadczenia świadomego do monitorowania metapoznawczego wzmocniłoby fundament teoretyczny.

Pomimo tych ograniczeń, rozdział pierwszy skutecznie ustanawia nową perspektywę w badaniach nad świadomością i zapewnia solidną podstawę teoretyczną dla dalszych badań eksperymentalnych. Autorka wykazuje zaawansowane rozumienie zarówno kwestii teoretycznych, jak i metodologicznych w badaniach nad świadomością, proponując innowacyjne ramy dla zrozumienia relacji między subiektywną widocznością a jej neuronalnymi korelatami.

Rozdział drugi bada, jak manipulacja poziomem przetwarzania wpływa na związek między subiektywną widocznością a komponentami ERP typowo związanymi ze świadomym

postrzeganiem. Wyniki opublikowano w czasopiśmie *Consciousness and Cognition*. Autorzy stosują innowacyjne podejście, wykorzystując identyczne bodźce (kolorowe cyfry) we wszystkich warunkach, przy jednoczesnej manipulacji wymaganiami zadania - uczestnicy dokonują oceny koloru (niskopoziomowe przetwarzanie) lub oceny wielkości liczby (wysokopoziomowe przetwarzanie). Taki projekt ma na celu zbadanie czy komponenty VAN (Visual Awareness Negativity) i LP (Late Positivity) odzwierciedlają różne aspekty świadomego przetwarzania, przy jednoczesnej kontroli czynników zakłócających percepcję.

Wyniki ujawniły intrygującą rozbieżność między tymi dwoma komponentami ERP. Amplituda VAN wykazywała spójną korelację z ocenami PAS we wszystkich warunkach przetwarzania, co sugeruje, że oznacza ona wczesny etap świadomego postrzegania, niezależny od wymagań przetwarzania. Z kolei amplituda LP korelowała z ocenami PAS tylko w warunku wysokopoziomowym, co wskazuje na wrażliwość na poziom, na którym przetwarzane są informacje. Na podstawie tych wyników autorzy potwierdzili wyniki poprzednich analiz, które sugerowały, że VAN i LP reprezentują różne aspekty świadomego przetwarzania. Proponują, że VAN oznacza detekcję bodźca i początkowe formowanie się doświadczenia percepcyjnego, podczas gdy LP odzwierciedla identyfikację bodźca i świadome przetwarzanie abstrakcyjnych, niepercepcyjnych informacji (np. dotyczących kategorii bodźców).

Badanie wykazuje znaczne wyrafinowanie metodologiczne w swoim projekcie eksperymentalnym i podejściu analitycznym. Wykorzystanie identycznych bodźców we wszystkich warunkach skutecznie kontroluje czynniki zakłócające percepcję, podczas gdy zastosowanie modelowania z efektami mieszanymi odpowiednio uwzględnia wyzwanie wynikające z nierównych liczby prób dla poszczególnych ocen widoczności. Ponadto, interpretacja wyników dobrze wykorzystuje teorię poziomów przetwarzania i odnosi się do szerszego kontekstu teorii świadomości.

Znacząca różnica w wynikach między warunkami budzi obawy czy manipulacja poziomem przetwarzania nie wprowadziła niezamierzonych efektów trudności zadania. Chociaż autorzy przyznają się do tego problemu i starają się go rozwiązać poprzez dodatkowe analizy d' , różnice w czasie reakcji między warunkami komplikują interpretację. W mojej opinii trudno ostatecznie stwierdzić, czy zaobserwowane różnice ERP rzeczywiście odzwierciedlają efekty poziomu przetwarzania, czy po prostu trudność zadania.

To badanie ilustruje złożoność badania neuronalnych korelatów świadomości i podkreśla znaczenie starannego projektowania eksperymentalnego w rozróżnianiu różnych aspektów świadomego przetwarzania. Rozdział drugi pozwala zrozumieć, jak różne poziomy przetwarzania wchodzi w interakcję ze świadomym postrzeganiem. Najważniejszą jego zaletą jest to, że podważa uproszczone poglądy na świadome przetwarzanie jako jednolite zjawisko, sugerując zamiast tego bardziej złożony, rozciągnięty w czasie proces, obejmujący różne mechanizmy neuronalne.

Rozdział trzeci rozwija wyniki poprzedniego eksperymentu, jednocześnie odnosząc się do niektórych jego ograniczeń metodologicznych. W badaniu wprowadzono nową operacjonalizację manipulacji poziomami przetwarzania, stosując czarne litery i linie prezentowane poza centrum pola widzenia. Uczestnicy wykonywali zadanie orientacji linii (niskopoziomowe przetwarzanie) lub kategoryzację liter na samogłoski i spółgłoski (wysokopoziomowe przetwarzanie). Celem tego eksperymentu było zbadanie czy związek między amplitudą LP a subiektywną widocznością zależy od dostępu do różnych poziomów reprezentacji, a nie od konkretnych cech bodźca.

Wyniki ujawniły wzorzec odmienny od poprzedniego eksperymentu. W przeciwieństwie do wyników zaprezentowanych w rozdziale drugim, gdzie amplituda LP korelowała z ocenami widoczności tylko w warunku wysokopoziomowym, tutaj amplituda LP związana była subiektywną widocznością w obu warunkach. Wyniki behawioralne pokazały, że bodźce były nieco bardziej widoczne w warunku niskopoziomowym, co rodzi pytania o skuteczność procedury maskowania w różnych warunkach. Sugeruje to bardziej złożony związek między poziomami przetwarzania a świadomym postrzeganiem niż pierwotnie proponowano.

Na uwagę z pochwałą zasługuje zastosowanie bayesowskiego modelowania w analizie danych – lepiej radzi sobie z wyzwaniem nierównej liczby prób dla różnych ocenach widoczności na skali PAS. To zaawansowane podejście statystyczne umożliwia bardziej wiarygodne wnioskowanie, mimo inherentnej zmienności w subiektywnych raportach świadomości.

Największym, wg. mnie, problemem jest zróżnicowana skuteczność procedury maskowania w różnych warunkach LoP. Wyższe oceny widoczności w warunku niskopoziomowym sugerują, że maskowanie mogło działać inaczej w dla różnych ocen, co potencjalnie zakłóca

interpretację efektów poziomu przetwarzania. To metodologiczne zagadnienie utrudnia określenie, czy zaobserwowane różnice rzeczywiście odzwierciedlają efekty poziomu przetwarzania, czy wynikają jedynie z różnic w podstawowej widoczności bodźca.

Interpretacja teoretyczna, mimo że innowacyjna, mogłaby skorzystać na silniejszej weryfikacji empirycznej. Rozróżnienie na “fragmentaryczną” i “niską jakość” degradacji świadomego doświadczenia stanowi interesujące ramy, jednak rozdział mógłby bardziej bezpośrednio testować przewidywania wynikające z tej perspektywy teoretycznej. Dodatkowo relacja między Multi-Factor account of Degrees of Awareness a innymi teoriami świadomości, zwłaszcza dotyczącymi stopniowej natury doświadczenia świadomego, mogłaby zostać bardziej dogłębnie przeanalizowana.

W mojej opinii, opisane w rozdziale trzecim badanie rodzi ważne pytania o to, w jaki sposób różne typy przetwarzania informacji przyczyniają się do doświadczenia świadomego. Odkrycie, że amplituda LP skalowała się z widocznością we wszystkich warunkach przy użyciu bodźców nie-kolorowych, sugeruje, że związek między monitorowaniem metapoznawczym a doświadczeniem świadomym może zależeć od natury monitorowanych informacji, a nie tylko od poziomu przetwarzania. Ta obserwacja stanowi cenną wskazówkę dla przyszłych badań nad wpływem różnych typów przetwarzania informacji na doświadczenie świadome.

Rozdział czwarty stanowi istotny zwrot teoretyczny i metodologiczny, badając związek między amplitudą LP a procesami podejmowania decyzji percepcyjnych. Ponowną analiza publicznie dostępnych danych z badań Eklund i Wiens (2018) miała na celu sprawdzenie czy amplituda LP zachowuje się podobnie do komponentu centralnociemieniowej pozytywizacji (CPP), który okazał się wrażliwy na akumulację danych z wcześniejszych decyzji percepcyjnych. Podejście to testuje hipotezę, że metapoznawczy komponent reprezentacji świadomej niesie informacje o wiarygodności reprezentacji sensorycznej dla podejmowania decyzji percepcyjnych.

W badaniu zastosowano zaawansowane modelowanie bayesowskie do analizy amplitud LP na poziomie pojedynczych prób w odniesieniu zarówno do dokładności decyzji, jak i prędkości reakcji. Ta innowacja metodologiczna rozwiązuje trwały problem w badaniach nad świadomością – inherentną nierównowagę danych przy stosowaniu subiektywnych ocen

widoczności. Dzięki modelowaniu danych próbka po próbkę, zamiast uśrednionych odpowiedzi, analiza ujmuje bardziej szczegółowe zależności między aktywnością neuronalną a subiektywnymi ocenami.

Wyniki ujawniają złożony związek między amplitudą LP a podejmowaniem decyzji percepcyjnych. W przypadku bodźców ocenionych jako przynajmniej słabo widoczne, amplituda LP była wyższa dla odpowiedzi poprawnych w porównaniu do błędnych. Dodatkowo amplituda LP różnicowała odpowiedzi szybkie i wolne, zwłaszcza dla słabo widocznych bodźców. Co istotne, efekty te nie występowały dla bodźców ocenionych jako „niewidoczne”, co sugeruje, że LP specyficznie oznacza procesy związane z decyzją w odniesieniu do świadomie postrzeganych bodźców.

Odkrycia te stanowią przekonujące wsparcie dla interpretacji LP jako markera metapoznawczego monitorowania procesów decyzyjnych, a nie tylko przetwarzania post-percepcyjnego. Paralele między właściwościami LP i CPP sugerują, że podobne mechanizmy neuronalne mogą leżeć u podstaw zarówno podejmowania decyzji percepcyjnych, jak i ocen subiektywnej widoczności. Taka interpretacja podważa tradycyjne postrzeganie LP jako wyłącznie zjawiska post-percepcyjnego, sugerując zamiast tego, że odzwierciedla on integralną część przetwarzania świadomego.

Jednak kilka aspektów badania wymaga krytycznego rozważenia. Co do zasady, poleganie na ponownej analizie istniejących danych, mimo że jest metodologicznie zaawansowane, oznacza, że projekt eksperymentu nie został zoptymalizowany pod kątem testowania specyficznych hipotez o monitorowaniu metapoznawczym. Związek czasowy między podejmowaniem decyzji a ocenami widoczności mógłby być dokładniej zbadany w eksperymencie specjalnie zaprojektowanym do tego celu. Ponadto interpretacja „szybkich” i „wolnych” reakcji skorzystałaby na bardziej szczegółowym rozwinięciu teoretycznym, dotyczącym związku prędkości reakcji z akumulacją dowodów w świadomości.

Bardziej fundamentalnym pytaniem pozostaje związek przyczynowy między decyzjami percepcyjnymi a ocenami widoczności. Chociaż wyniki pokazują korelacje między amplitudą LP a zmiennymi związanymi z decyzją, nie można jednoznacznie stwierdzić, czy monitorowanie procesów decyzyjnych powoduje świadome doświadczenie, czy odwrotnie. To ograniczenie odzwierciedla szersze wyzwanie w badaniach nad świadomością – ustalenie

związków przyczynowych między markerami neuronalnymi a doświadczeniem subiektywnym – stary, dobry problem psychofizyczny!

Rozdział piąty bada ostatnią hipotezę dotyczącą natury metapoznawczego komponentu reprezentacji świadomej dotyczącą jego związku z informacjami nt. wartości z wcześniejszych doświadczeń. Rozdział koncentruje się na tym, czy amplituda LP, jako marker tego komponentu metapoznawczego, jest wrażliwa na informacje z poprzednich prób. Badanie czerpie inspirację teoretyczną z Tezy o Radykalnej Plastyczności Cleeremansa, która zakłada, że konkretne reprezentacje stają się świadome, w miarę jak system uczy się je reprezentować na wyższym poziomie.

Korzystając z tego samego zbioru danych co w rozdziale czwartym, przeanalizowano czy na bieżąca amplituda LP jest skorelowana z ocenami widoczności z poprzedniej próby, czy zmienia się, gdy oceny widoczności pozostają takie same lub różnią się w kolejnych próbach, oraz czy odzwierciedla trafność wcześniejszych ocen widoczności. Tak kompleksowe podejście do analizy efektów sekwencyjnych stanowi nowatorskie badanie aspektów uczenia się w kontekście świadomości.

Wyniki jednak nie potwierdziły hipotezy, że komponent metapoznawczy niesie informacje o wcześniejszych doświadczeniach percepcyjnych. Amplituda LP nie wykazała znaczącego związku z żadnym z badanych aspektów informacji z poprzednich prób. Mimo zastosowania zaawansowanych technik analizy bayesowskiej, które mogłyby wykryć nawet subtelne efekty, nie pojawiły się dowody na wpływ informacji z poprzednich prób na amplitudę LP.

Brak efektów sekwencyjnych rodzi ciekawe pytania teoretyczne dotyczące natury świadomości i uczenia się. Choć Teza o Radykalnej Plastyczności sugeruje, że świadome reprezentacje powinny odzwierciedlać historię uczenia się, obecne wyniki wskazują, że przynajmniej na poziomie próbka-po-próbce takie uczenie się nie objawia się w komponencie LP. To odkrycie podważa założenia dotyczące tego, jak szybko przetwarzanie świadome inkorporuje wcześniejsze doświadczenie i sugeruje, że efekty uczenia się w świadomości mogą operować w dłuższych skalach czasowych.

Podobnie jak w badaniu opisanym w poprzednim rozdziale, ponowna analiza istniejących danych ogranicza możliwość ukierunkowania eksperymentu na manipulacje uczeniem się lub

feedbackiem w poszczególnych próbach. Dodatkowo, analiza koncentrowała się na bezpośrednich efektach próbka-po-próbce (co jest bardzo wartościowe samo w sobie), potencjalnie pomijając długoterminowe wzorce uczenia się, które mogłyby się ujawnić w trakcie wielu prób lub sesji. Autorka dostrzega te ograniczenia oraz tkwiący w nich potencjał do opracowywania kolejnych badań eksperymentalnych.

Mimo że nie potwierdzono pierwotnej hipotezy, ten rozdział może wnieść wkład do naszego rozumienia świadomości. Zastosowane tu zaawansowane podejście analityczne pokazuje, jak metody bayesowskie mogą dostarczyć dowodów na brak efektów, a nie tylko ich obecność. Równie interesujące jest to, że brak efektów akumulacji doświadczenia w ocenach widoczności, w przeciwieństwie do znanych efektów sekwencyjnych w ocenach pewności, sugeruje, że mogą to być odrębne aspekty doświadczenia subiektywnego. To rozróżnienie może okazać się kluczowe dla rozwijania bardziej złożonych teorii świadomości i metapoznania.

Rozdział szósty pełni rolę ogólnej dyskusji, syntetyzując wyniki z czterech rozdziałów eksperymentalnych, aby odpowiedzieć na nadrzędne pytanie, czy komponent LP stanowi metapoznawczy element reprezentacji świadomej, a jeśli tak, jakie informacje niesie ten komponent. Rozdział skutecznie łączy wyniki eksperymentalne, by przedstawić bardziej złożone rozumienie roli LP w przetwarzaniu świadomym.

Szczególną mocną stroną dyskusji jest integracja pozornie sprzecznych wyników dotyczących wpływu poziomu przetwarzania na amplitudę LP. Autorka przedstawia przekonujące ramy teoretyczne, opierając się na wieloczynnikowej koncepcji stopni świadomości (Multi-Factor Account of Degrees of Awareness), aby wyjaśnić, dlaczego amplituda LP może być związana z subiektywną widocznością inaczej w zależności od tego, czy świadome doświadczenia podlegają gradacji w sensie „fragmentarycznym” czy ze względu na „niską jakość”. To rozwinięcie teoretyczne stanowi istotny wkład w zrozumienie, w jaki sposób różne poziomy przetwarzania informacji wpływają na doświadczenie świadome. Podsumowanie zawarte w rozdziale szóstym dobrze pokazuje, że związek między LP a przetwarzaniem świadomym jest bardziej złożony niż wcześniej sądzono. LP wydaje się znakować procesy konieczne do różnicowania poziomów subiektywnej widoczności, szczególnie w przypadkach, gdy świadome postrzeganie wymaga monitorowania na wielu poziomach reprezentacji.

Rozdział kończy się omówieniem obiecujących kierunków przyszłych badań, w szczególności dotyczących związku między doświadczeniem świadomym a uczeniem się w dłuższych skalach czasowych. Sugerowane kierunki badań świadczą o dobrym rozeznaniu w mocnych i słabych stronach obecnej pracy, wskazując jednocześnie na produktywnie obszary dalszych badań. Mimo że niektóre pytania pozostają nierozwiązane, rozdział przekonująco argumentuje na rzecz postrzegania LP jako markera monitorowania metapoznawczego w świadomej percepcji, otwierając nowe kierunki badań nad neuronalnymi podstawami doświadczenia subiektywnego.

Główną siłą tej rozprawy jest jej nowatorski wkład teoretyczny, zakładający, że przetwarzanie świadome wymaga monitorowania decyzji percepcyjnych, którego mechanizm związany jest amplitudą LP. To wyzwanie dla poglądu, że LP po prostu odzwierciedla przetwarzanie post-percepcyjne. Praca eksperymentalna jest metodologicznie rygorystyczna, wykorzystując zaawansowane podejścia statystyczne, w tym modelowanie bayesowskie.

Konkluzja

W mojej ocenie, rozprawa spełnia wymagane standardy akademickie dla pracy doktorskiej. Przedstawia oryginalne badania, które poszerzają nasze rozumienie neuronalnych podstaw świadomej percepcji. Autorka wykazała się zdolnością do prowadzenia samodzielnych badań, stosowania zaawansowanych metod oraz bardzo dobrym rozeznaniem w teoriach w ramach neuronauki poznawczej. Uważam, że rozprawa w pełni odpowiada wymogom określonym w stosownej ustawie i wnoszę o dopuszczenie mgr Moniki Derdy do dalszych etapów procedury doktorskiej.

dr hab. Robert Balas