



Prof. dr hab. Włodzisław Duch
Katedra Informatyki Stosowanej
i Laboratorium Neurokognitywne
Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń



Recenzja rozprawy doktorskiej. **Seyed Mostafa Hosseini Deldoost**,
„ **Neuroeconomics of Social Decision-Making: Insights into Contagion, Conformity, and Behavioral Dynamics through Event-Related Analysis**”.

Recenzja opracowana na prośbę Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Fizyczne Uniwersytetu Warszawskiego.

Mgr Deldoost dostarczył poprawioną wersję swojej rozprawy doktorskiej, napisaną pod kierunkiem dr hab. Macieja Kaminskiego, prof. Uniwersytetu Warszawskiego, Zakład Fizyki Biomedycznej, a promotorem pomocniczym był associate professor Reza Khosrow Abadi z Institute for Cognitive and Brain Sciences, Shahid Beheshti University, Teheran. Jego praca doktorska składa się z krótkiego wstępu, oraz omówienia pięciu załączonych publikacji. Dwie z nich już się ukazały, jedna jest w recenzji, a dwie to prezentacje konferencyjne. Przez ostatnie pół roku nic tu się nie zmieniło. Napisana jest w języku angielskim, dołączono też krótki wstęp przetłumaczony na język polski. Jej tematyka dotyczy ekonomii behawioralnej i neuroekonomii, dziedzin, które rozwijają się w ostatnich latach bardzo dynamicznie. Ważną jej częścią są badania eksperymentalne potencjałów wywołanych za pomocą EEG, które są specjalnością Zakładu Fizyki Biomedycznej Wydziału Fizyki UW.

W obecnej wersji poprawiono szereg technicznych usterek. Autor napisał, że nie miały one wpływu na główne tezy, interpretację danych ani konkluzje. Nie wspomniał o innych istotnych zmianach w części opisowej rozprawy, w tym znacznemu skróceniu ogólnych rozważań na temat nauki, tematów dalekich od badań omawianych w tej rozprawie doktorskiej. Teraz wstęp jest znacznie bardziej konkretny, związany z badaniami będącymi tematem rozprawy doktorskiej. Otrzymałem też 13 stron wyjaśnień dotyczących uwag w mojej pierwotnej recenzji, wyjaśniających większość moich wątpliwości.

Sposób, w jaki zarażenie i konformizm wpływają na podejmowanie decyzji społecznych i ekonomicznych badany jest na poziomie behawioralnym i neuropsychologicznym. Jakie mechanizmy neurologiczne i poznawcze sprawiają, że jednostki dostosowują swoje zachowanie

do zachowań innych osób? Jak zarażenie społeczne i konformizm wpływają na procesy podejmowania decyzji zachodzące w mózgu? Główny temat tej rozprawy dotyczy wpływu społecznego na decyzje ekonomiczne, a szczególna uwaga poświęcona została zrozumieniu zjawisk konformizmu i zarażenia, które są zasadniczymi formami wpływów społecznych. Metody badawcze w tym obszarze wywodzą się z ekonofizyki, z użyciem symulacji interakcji w oparciu o model Isinga, wspomniane we wstępie.

Naiwne założenie o racjonalności zachowań ludzkich opartych na logicznych decyzjach zostało podważone przez ekonomię behawioralną, badanie błędów poznawczych i uprzedzeń. Są to nadal teorie opisowe, ale oparte na empirycznych obserwacjach i kontrolowanych eksperymentach. *Homo economicus* dawno przestał być centralnym pojęciem modeli ekonomicznych. Model ograniczonej racjonalności (bounded rationality) Simona powstał w latach 1950, badanie irracjonalnych zachowań przez Kahnemana i Tverskiego doprowadziło do powstania ekonomii behawioralnej. Trzy Nagrody Nobla: Simona (1978), Khanemana (2002) i Thaler (2017) pokazują, że modele ekonomiczne nie zakładają pełnej racjonalności i dostępu do informacji.

Krytyka ekonomii behawioralnej prowadzi do neuroekonomii, która stara się dociec głębszych, obiektywnych przyczyn zachowania. Relacje pomiędzy klasyczną ekonomią i jej nowymi ujęciami zostały teraz znacznie lepiej opisane niż w poprzedniej wersji rozprawy. Procesy zachodzące w mózgu na poziomie personalnym są zwykle ignorowane w teoriach ekonomicznych. To bardzo trudny, ale ważny obszar badawczy, który jest stosunkowo słabo rozwinięty. Neuropsychiatria od końca lat 1980 wspierana przez NIMH rozwija podejście oparte na wielopoziomowej fenomicie, starając się zintegrować wpływ procesów na poziomie genetycznym, molekularnym, neuronalnym i mentalnym, na mechanizmy regulujące aktywność sześciu dużych systemów mózgu, odpowiedzialnych za negatywne i pozytywne stany afektywne, mechanizmy poznawcze, relacje społeczne, działania sensomotoryczne, po ogólne mechanizmy regulacyjne i pobudzające organizmu. Neuroekonomia jest niewielką częścią takiego podejścia.

Badania eksperymentalne polegają na monitorowaniu aktywności mózgu za pomocą EEG w sytuacjach prowadzących do zarażenia społecznego i konformizmu, umożliwiając dokładniejsze obserwacje związanych z tym procesem procesów neurologicznych. W pracy doktorkiej połączono rozważania teoretyczne, opracowano i przeprowadzono eksperyment po-

zwalający na systematyczne badanie wpływu społecznego na aktywację mózgu w sytuacji podejmowania decyzji w zależności od intensywności tego wpływu.

W drugim rozdziale wstępu podkreślone zostały społeczne aspekty podejmowania decyzji. Wśród wielu czynników wpływających na zachowanie ludzi istotny wpływ ma konformizm, zarażenie i naśladownictwo. Takie mechanizmy w świadomy lub nieświadomy sposób przyczyniają się do kształtowania społecznych zachowań na masową skalę, co najlepiej widać na przykładzie popularności internetowych influenserek i influencerów, znajdujących licznych naśladowców. Michael Morris w książce wydanej w 2025 roku „Tribal: How the Cultural Instincts That Divide Us Can Help Bring Us Together” podał liczne przykłady takich zachowań społecznych określanych jako „plemienne”, odwołując się do analiz socjologicznych jak i licznych eksperymentów psychologicznych. Dobre przykłady koewolucji genetyki, warunków środowiskowych, sposobów zdobywania pożywienia i cech charakteru wpływających na ekonomię podaje też Robert Sapolsky w książce „Behave” (Zachowuj się, 2021). Są to tematy o rosnącym znaczeniu dla naszego rozumienia procesów decyzyjnych, ale nie zostały tu poruszone. Tym razem Autor pominął więc szerszą perspektywę swoich badań, świadczących o tym, jak aktualnych zagadnień dotyczą. Ten rozdział omawia tylko ekonofizykę, próbach opisu zachowań grupowych za pomocą modeli wywodzących się z fizyki statystycznej i teorii układów złożonych.

Trzeci rozdział „Konformizm, Zarażenie i Zachowania Stadne” omawia pierwszy krótki artykuł „Behavioral and Biological Bases of Herding and Conformity” opublikowany samodzielnie przez doktoranta w 2024 roku w *Basic and Clinical Neuroscience*. To czasopismo wydawane jest przez Iran Neuroscience Society i ma na naszej liście ministerialnej 70 punktów. Artykuł ma charakter przeglądowy, omówione w nim zostały różne aspekty zachowań stadnych i konformizmu, aspekty psychologiczne, ekonomiczne, neurobiologiczne i neurochemiczne. Badania wpływu społecznego, prowadzone w ramach nauk społecznych, czyli psychologii, ekonomii, zarządzania, informatyki, nauk technicznych, humanistycznych i innych, są bardzo rozproszone. Na Rys. 1 pokazano graf powiązań pomiędzy sieciami społecznościowymi, mediami, wpływem i zarażeniem społecznym, oraz różnymi aspektami tych zagadnień. Ma to ilustrować powiązania pomiędzy trzema omawianymi zjawiskami, konformizmem, zarażeniem i stadnością, które są w pracy doktorskiej używane wymiennie. Wszystkie są związane z wpływem społecznym, ale słowo „konformizm” nie pojawia się na tym rysunku. Można było

lepiej zdefiniować podobieństwa i różnice tych pojęć, wystarczy w tym celu zapytać jakiś model LLM.

Literatura dotycząca wpływu nacisku społecznego na percepcję wzrokową, słuchową i smakową jest naprawdę obszerna i nie brakuje w niej kontrowersji. Cytowane są klasyczne eksperymenty Ascha z 1951 roku dotyczących percepcji długości linii i pracy na temat rotacji mentalnej Bernsa i inn. z 2005 roku. Wpływ hormonów i neurotransmiterów został skrótowo potraktowany, wspomniane zostało zaangażowanie ciała migdałowatego i obszarów przedniej części przyśrodkowej kory czołowej (pmFC). Rys. 1 w tej publikacji ma przedstawiać trendy w badaniach konformizmu społecznego, ale nie ma na nim skali, ani sposobu oceny bibliometrycznej, ani dat od 1960 do 2022 roku, więc trudno się zorientować ile publikacji pojawia się co roku na ten temat. Google Scholar pokazuje ponad 4000 publikacji z „social conformity” w tytule bądź abstrakcie. Google *ngram* jest bardzo przydatnym narzędziem do takich analiz, pokazuje popularność słów kluczowych, np. słowa „neuroeconomics” i „behavioral economics” pojawiły się w książkach koło 2000 roku, a częstość ich użycia rosła jednocześnie z popularnością „cognitive science”, osiągając w 2017 roku plateau (względne częstości to ok. 1:3:13).

Druga załączona praca, "Exploring the Neuropsychological Basis of Behavioral Contagion During Learning about Another Agent's Social Preferences: Evidence from an ERP Study", została opublikowana w *Acta Neurobiologie Experimentalis*, a jej współautorami są Reza Khosrowabadi i Maciej Kamiński. W pracy wykonano analizę potencjałów związanych ze zdarzeniami (ERP) uzyskanych z powtarzających się gier typu dyktatora. Większość dotychczasowych badań nad wpływem społecznym i konformizmem związana była z percepcją, oceną mimiki twarzy, rozpoznawaniem emocji, lub rotacją umysłową. W tej pracy użyto innego popularnego w neuroekonomii eksperymentu, gry w dyktatora. Tą grę stosował już Kahneman w 1986 roku w związku z badaniami poczucia sprawiedliwości i zachowań altruistycznych, badanych wcześniej w grach ultimatum. Publikacje na ten temat z zastosowaniem EEG i ERP pojawiają się coraz częściej od około 2012 roku. Omawiając pracę Suzuki (2016) Autorzy stwierdzają, że zarażenie wpływa na reakcje behawioralne i neuronalne. Czy można znaleźć przykłady, kiedy te reakcje nie są powiązane?

W przeprowadzonych eksperymentach brało udział 28 osób. Najpierw zbadano początkowe decyzje każdej z nich, a następnie efekty obserwacji zachowań innych uczestników. Sformułowano trzy hipotezy. Obserwacja zachowania innych osób wpływa na stopień podobień-

stwa między zachowaniem badanych a zachowaniem obserwowanych, co wskazuje na występowanie zarażenia. Można to było potwierdzić obserwując decyzje badanych. Efekt był wyraźny, widoczny również w czasach reakcji pomiędzy fazą 1 a fazą 3 badania. Różnice czasów reakcji w trzeciej fazie eksperymentu pomiędzy osobami, które uznano za „zarażone”, a pozostałymi okazały się pomijalne.

Druga hipoteza dotyczy neuronalnych mechanizmów odzwierciedlających wpływ społeczny. U osób, które zmieniły swoje decyzje można się spodziewać zwiększonych amplitud składowych P300 i LPP w potencjałach wywołanych ERP, co ma być wynikiem zwracania silniejszej uwagi na sygnały społeczne. Uzasadnienie podane w tej publikacji odwołuje się do podobieństwa kategorii, ale co Autorzy uznają tu za kategorię, która dzieli te same mechanizmy z konformizmem społecznym? Zgodność zachowań powinna zwiększyć amplitudę P300. Natomiast LPP jest zwykle interpretowane jako wskaźnik pobudzenia emocjonalnego, motywacji, wrażliwości, może też być wynikiem hamowania alternatywnych obserwacji. Silne LPP może więc oznaczać, że najpierw postrzegana jest decyzja innych, czyli wpływ społeczny, a to hamuje interpretację własnych obserwacji. Tego jednak nie zaobserwowano.

W prostym modelu Fehra-Schmidta funkcja użyteczności jest wynikiem dopasowania dwóch czynników, zazdrości i poczucia winy. To pozwala na ustalenie punktu odniesienia i określenie częstości prezentacji zachowania innych uczestników mogących wywołać konformistyczne zachowania. Komponent P300 wykazał wzrost średniej amplitudy gdy osoby obserwowały zachowanie innych, w porównaniu do sytuacji, w której decyzje były podejmowane w oparciu o osobiste preferencje bez zewnętrznego wpływu. Analiza wariancji P300 pokazała silny wpływ zarażenia, fazy eksperymentu i kanałów. Nie wiem jednak co oznacza zmienna „kanały”, czy to globalna moc sygnałów z 64 elektrod? Tabela 3 pokazuje różnice 9 obszarów (ROI), ale tylko dla 30 z 64 elektrod. Najsilniejszy efekt widać w prawym tylnym obszarze (elektrody CP4, TP8, P4, P8, O2), ale na Rys. 5 są tam też elektrody PO4, CP6, P6, które pominięto bez wyjaśnienia. Wpływ zarażenia na amplitudy ERP „nie zależy od położenia elektrod”, ale różnice potencjałów są wyraźne dla różnych ROI. Czemu interakcja fazy i kanałów nie pokazuje tej zależności? Mapa rozkładu średniej różnicy potencjałów pokazuje, że obszary skroniowo-ciemieniowe i ciemieniowo-potyliczne mózgu są krytycznie zaangażowane w przetwarzanie informacji, w szczególności związanych z konformizmem i informacjami dotyczącymi innych. To zrozumiałem, bo główną rolę w tych eksperymentach odgrywa informacja wizualna. Ciekawe jak by to wyglądało w przypadku czysto słuchowych bodźców.

Analiza składowej LPP w okienku 500 do 650 ms nie wykazała istotnych korelacji ze zmianą „kanały”, ale nie wspomniano czy były różnice dla wybranych ROI. Autorzy tłumaczą brak LPP większym wpływem trudności decyzji niż podobieństwem kategorii. W dyskusji wspomniano, że konformistom było łatwiej podejmować decyzję, czemu więc tego nie widać w LPP?

Trzecia hipoteza wynika z relacji amplitudy LPP i P300 do trudności podejmowanej decyzji. Łatwiej jest podejmować decyzje konformistyczne, więc spodziewamy się większych amplitud obu składowych. Tu Autorzy próbują wytłumaczyć brak widocznej składowej LPP samą konstrukcją eksperymentu, zbyt małą liczbą badanych i podejmowanych decyzji.

Eksperymenty tego rodzaju są trudne i nie dają zwykle jednoznacznych wyników. Dlatego nie podzielam optymizmu Autorów, że ich analiza „może potencjalnie pomóc decydentom w opracowywaniu skutecznych interwencji”. W dyskusji nie wspomniano o neuronach lustrzanych, które mogą być odpowiedzialne za priming utrzymujący się przez jakiś czas. Warto zbadać, jak długo utrzymuje się efekt zarażenia. Czy można uzasadnić, że postrzeganie podobieństwa kategorii i konformizm społeczny jest wynikiem podobnych mechanizmów neuronalnych? Percepcja prowadzi do działania, ale to dotyczy prostych funkcji sensomotorycznych. Prosty model może wyjaśnić przyjęte hipotezy: wzmacnianie ścieżek łączących postrzeganie i działanie prowadzi do konformizmu, zmniejsza potrzebę refleksji, osłabiając składowe P300 i LPP potencjałów wywołanych, oszczędzając energię potrzebną na podejmowanie decyzji.

Trzecia publikacja, „The Role of Attention in Social Decision Making: An Eye-Tracking Study in a Repeated Dictator Game” to preprint z kwietnia 2024 roku, którego autorami są czterej współpracownicy doktoranta z Iranu. Nie mam informacji do jakiego czasopisma został wysłany do recenzji. Doktorant jest tu pierwszym autorem, zgodnie z końcową deklaracją brał udział we wszystkich etapach badań i napisał artykuł. Analizowano 42 osoby obserwując ruchy oczu i rozszerzeniem źrenic w czasie gry w dyktatora. Wnioski są dość oczywiste: uczestnicy poświęcają więcej uwagi własnym wyborom niż innym opcjom, niezależnie od kontekstu. Więcej uwagi poświęcają elementom wybranym przez siebie. Użyto też kwestionariusze hamowania behawioralnego i aktywacji behawioralnej (BIS/BAS), pokazując istotne korelacje ich wyników z wielkością źrenic i czasem reakcji. To ciekawy wynik, w kontekście wpływu społecznego wydaje się nowy. Czasy reakcji i analiza ruchów gałek ocznych mogą dostarczyć

nowych informacji na temat procesów decyzyjnych i efektów zarażenia, warto więc te wyniki opublikować.

Ostatnia załączona publikacja to artykuł „Investigating Role of Social Value Orientation in Individual's Decision-Making: Evidence from the Ultimatum Game”, opublikowany w 2021 roku w materiałach konferencji 31st Eurasia Business and Economics Society. Badania na 64 studentach irańskich potwierdziły znane wyniki ekonomii behawioralnej, dotyczące uwzględnienia interesów innych osób i własnego, poczucia sprawiedliwości, a także zależności od sytuacji prowadzącej do różnic w zachowaniach w grach typu ultimatum. To próba oceny opartej na dobrze znanej teorii orientacji społecznej, która rozwinęła się na gruncie teorii gier i krytyki założeń o racjonalności podejmowania decyzji ekonomicznych. Artykuł pokazał wpływ orientacji społecznej i informacji o wielkości sumy do podziału w grze w ultimatum na podejmowane decyzje. Całkowite kwota pieniędzy do podziału ma również wpływ na składane oferty.

Podsumowując, rozprawa doktorska mgr Sayeda Mostafy Hosseini Deldoosta dotyczy aktualnej i ważnej tematyki jaką jest zrozumienie wpływu społecznego na podejmowanie decyzji przez ludzi. Nie jestem zwolennikiem ostrych podziałów dyscyplin naukowych. Praca ma charakter interdyscyplinarny, ale obecne uwarunkowania prawne wymuszają nadawanie stopni naukowych w określonych dyscyplinach. Część prezentowanych w niej wyników oparta jest na metodach behawioralnych, typowych dla psychologii poznawczej czy kognitywistyki. Te badania można zakwalifikować do nauk społecznych. Tylko jedna publikacja dotyczy badań eksperymentalnych z użyciem potencjałów wywołanych. Można ją zaliczyć do fizyki biomedycznej czy neurofizyki. Opisane w tej rozprawie i załączonych publikacjach wyniki naukowe, pomimo moich uwag krytycznych, mają dostateczne znaczenie poznawcze by spełniać formalne i zwyczajowe wymagania dotyczące prac doktorskich. Wnioskuje więc o dopuszczenie Autora do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Toruń, 2.01.2026.