

Dr. Sandra Andraszewicz
ETH Zurich
Department of Humanities, Social and Political Sciences
Chair of Cognitive Science

Clausiusstrasse 59
8092 Zürich
Switzerland

**Recenzja rozprawy doktorskiej pt.
„Decision Making and Numeracy: The Role of Context in Adaptive Strategy Selection”**

Autor: mgr Supradik Mondal

Promotor: dr hab. Jakub Traczyk, Prof. Uniwersytetu SWPS

Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest badanie relacji między zdolnościami numerycznymi i strategiami podejmowania decyzji ekonomicznych jednorazowych oraz wielokrotnych. Zdolności numeryczne można definiować jako biegłość w obliczeniach rachunku prawdopodobieństwa i statystyki. Literatura z zakresu podejmowania decyzji ekonomicznych wykazuje, że osoby z wyższymi zdolnościami numerycznymi osiągają lepsze wyniki finansowe niż osoby z niższymi zdolnościami numerycznymi. Wcześniejsze badania wskazują, że lepsze zdolności numeryczne pozytywnie wpływają na wykorzystywanie strategii polegających na dążeniu do maksymalizacji wartości oczekiwanej z danej decyzji ekonomicznej, zakładając, że ten rodzaj strategii jest „optymalny”. Według literatury naukowej zdolności numeryczne są związane z lepszym rozumieniem ryzyka, a osoby bardziej doświadczone w podejmowaniu decyzji lepiej radzą sobie z analizą problemu decyzyjnego i dostosowaniem do niego strategii decyzyjnej. Skuteczność decyzji finansowych w dużym stopniu zależy od kontekstu, w jakim ta decyzja jest przedstawiona. Dlatego relacja między umiejętnościami numerycznymi i doбором strategii decyzyjnych ma charakter złożony, co Autor dokumentuje z swojej rozprawie za pomocą psychologicznych badań empirycznych.

Autor przedstawił pięć badań eksperymentalnych, jedno badanie dodatkowe oraz jedną symulację, w których badał szczegóły złożoności relacji między zdolnościami numerycznymi i decyzjami finansowymi. W pierwszym badaniu autor przeprowadził replikację badania opisanego w Traczyk i in. (2018) otrzymując wyniki zbliżone do oryginalnego badania, na innej próbie badawczej, z uwzględnieniem małych zmian w procedurze eksperymentalnej. Autor wykazał, że w wyborach oferujących niskie wyniki finansowe, osoby dostosowują swoją strategię decyzyjną korzystając z prostych heurystyk. W przeciwieństwie do tego, gdy decyzje mogą skutkować wyższymi wynikami finansowymi, uczestnicy badania częściej kierowali się wyższą wartością oczekiwaną. Osoby z wyższymi zdolnościami numerycznymi częściej dostosowywali swoją strategię decyzyjną do oczekiwanych wyników finansowych z podejmowanej decyzji niż osoby z niskimi zdolnościami numerycznymi.

W drugim i trzecim badaniu Autor przeprowadził nowe badania, w których dowodzi, że osoby z wyższymi zdolnościami numerycznymi częściej dostosowują swoją strategię

decyzyjną do kontekstu problemu, niezależnie od tego, czy decyzja może skutkować wysokimi lub niskimi wynikami finansowymi. W przedstawionych badaniach osoby z lepszymi zdolnościami numerycznymi częściej wybierały opcję z wyższą wartością oczekiwaną, jeśli różnica między wartościami oczekiwanymi dwóch dostępnych opcji była duża. Gdy ta różnica była mała, numerycznie bardziej uzdolnione osoby częściej stosowały prostsze strategie decyzyjne, wymagające mniej czasu i energii. Zmiana strategii decyzyjnej z bardziej skomplikowanej i wymagającej na prostszą i mniej wymagającą może mieć na celu efektywniejsze wykorzystanie własnych zasobów.

W badaniu symulacyjnym i trzech badaniach eksperymentalnych, Autor badał, czy osoby z lepszymi zdolnościami numerycznymi częściej dostosowują strategie decyzyjne do ograniczeń czasowych i powtarzalności problemów decyzyjnych. W badaniu symulacyjnym Autor dowiódł, że w przypadku wielokrotnych decyzji, bardziej opłacalne jest rozwiązanie większej liczby problemów stosując prostszą strategię decyzyjną, niż rozwiązanie małej ilości problemów stosując bardziej wymagającą strategię decyzyjną. W uproszczeniu można stwierdzić, że Autor stworzył sytuację, w której wielokrotne podejmowanie „mniej korzystnych decyzji” prowadzi do lepszych wyników finansowych niż podjęcie niewielu „optymalnych” decyzji. Ta symulacja stanowiła podstawę do trzech eksperymentów, z których można wyciągnąć następujące główne wnioski: 1) Osoby z wyższymi zdolnościami numerycznymi częściej stosowały bardziej wymagające strategie, gdy ilość problemów decyzyjnych była znana, a czas na wykonanie tych problemów był nieograniczony; 2) Osoby z wyższymi zdolnościami numerycznymi rozwiązały więcej problemów numerycznych, gdy czas był ograniczony; 3) Osoby z wyższymi zdolnościami numerycznymi częściej stosowały bardziej wymagające strategie w przynajmniej około 50% przypadków, jeśli problemy decyzyjne się powtarzały. Natomiast, jeśli problemy decyzyjne nie powtarzały się, osoby o zarówno wysokich, jak i niskich zdolnościach numerycznych stosowały bardziej wymagające strategie w około 50% problemów decyzyjnych. Badani z wyższymi zdolnościami numerycznymi rozwiązyali więcej problemów w tym samym czasie, co numerycznie mniej uzdolnieni uczestnicy badania. W każdej z tych sytuacji, widoczna była pozytywna korelacja między zdolnościami numerycznymi i wynikami finansowymi.

Formalny opis rozprawy

Rozprawa jest napisana w języku angielski i zawiera streszczenie w języku polskim i w języku angielskim. Rozprawa ma 146 stron. Składa się z trzech artykułów wraz z załącznikami opublikowanych w magazynach naukowych *Decyzje*, *Journal of Economic Psychology* i *Decision*, ogólnego wprowadzenia do tematu podejmowanego w rozprawie oraz streszczenia każdego z trzech artykułów. Formatowanie trzech artykułów jest zgodne z oryginalnym formatowaniem każdego z trzech magazynów naukowych. Formatowanie wprowadzenia i streszczenia artykułów jest zgodne z formatowaniem APA (American Psychological Association). Rozprawa zawiera linki do rejestracji wstępnej badań, materiałów oraz danych, opis postępowania według zasad Otwartej Nauki (ang. Open Science) i zgodności z normami etycznymi dotyczącymi badań z udziałem ludzi.

Ocena merytoryczna

We **Wprowadzeniu** Autor podaje przykłady matematycznie racjonalnych zachowań, które nie muszą skutkować najlepszym rozwiązaniem z punktu widzenia ewolucji. Zmiana strategii i zachowania nieprzewidywalne mogą być korzystne dla jednostki. Autor postuluje,

że zdolności numeryczne mogą być powiązane ze statystycznym zrozumieniem problemu decyzyjnego i dostosowaniem strategii do tego problemu.

W Części teoretycznej i Ogólnej dyskusji Autor wprowadza i wyjaśnia teorię maksymalizacji wartości oczekiwanej, którą przedstawia jako odpowiednik „racjonalnych decyzji”. Autor przywołuje wcześniejsze badania dotyczące znaczenia cech indywidualnych w podejmowaniu lepszych i gorszych decyzji o podłożu numerycznym. Cechy indywidualne obejmują główne zdolności numeryczne, które mają wpływ na lepsze zrozumienie kontekstu statystycznego rozwiązywanego problemu decyzyjnego. Zakres przywołanych badań z zakresu roli zdolności numerycznych w podejmowaniu decyzji jest wyczerpujący i jasno przedstawiony.

Ta część rozprawy nie uwzględnia cech indywidualnych w szerszym zakresie, takich jak inteligencja, umiejętność świadomego i krytycznego myślenia lub inne zdolności analityczne. Rozprawa doktorska mogłaby uwzględniać dyskusję na temat powiązań między zdolnościami numerycznymi i innymi cechami indywidualnymi, które mogą wpływać na bardziej korzystne podejmowanie decyzji. Berliński Test Zdolności Numerycznych (ang. BNT) mierzy rozumienie rachunku prawdopodobieństwa. Inne zdolności numeryczne, takie jak umiejętności wykonywania wyliczeń „w głowie”, cechy osobowości czy zdolności analityczne mogą korelować z BNT i mieć wpływ na zrozumienie kontekstu problemu decyzyjnego. Odwołanie się do tej literatury nie tylko pomogłoby w zrozumieniu złożoności relacji między zdolnościami numerycznymi i podejmowaniem decyzji (w tym, w zrozumieniu strategii decyzyjnych i wyników tych decyzji), jak również we wskazaniu kierunku dalszych badań z tej dziedziny. Uważam to za główny negatywny aspekt tej rozprawy doktorskiej. W dyskusjach trzech opublikowanych artykułów znajduje się odniesienie do innych cech indywidualnych. Ich zestawienie i porównanie miałoby dodatkową wartość naukową.

W Części empirycznej autor przedstawia badania opublikowane w recenzowanych magazynach naukowych. **Pierwszy artykuł** opisuje wcześniej rejestrowaną replikację badania Traczyk i in. (2018). Replikacja wykorzystuje te same problemy decyzyjne, co oryginalne badanie. Po zadaniu behawioralnym polegającym na rozwiązaniu serii problemów decyzyjnych, Autor mierzył zdolności poznawcze przy użyciu innego testu niż w oryginalnym badaniu. Uzasadnienie tej zmiany w **Metodzie** badania jest niejasne. **Analiza** statystyczna jest wykonana poprawnie. Autor wykonał nieparametryczny test Mann-Whitney bez wyjaśnienia, dlaczego wybrał ten test. Rycina 4 w tym artykule ma nieczytelną legendę i opisy osi. Dwa modele regresyjne i ich interpretacja z wykorzystaniem R^2 , AIC i BIC stanowią ważny element interpretacji analizy danych. Autor klasyfikuje strategie decyzyjne jako „heurystyka pierwszeństwa” lub „podążanie za wartością oczekiwaną”, bez implementacji tych strategii jako modele poznawcze. Zastosowanie modeli poznawczych stanowiłoby bardziej solidną interpretację strategii. **Wnioski** z badania są jasne pokrywają się z badaniem oryginalnym potwierdzając ich adekwatność. Wniosek, który uważam za szczególnie interesujący to taki, że subiektywna i obiektywna ocena zdolności numerycznych nie pokrywają się i różnie wpływają na wybierane strategie decyzyjne. Autor wyjaśnia, że subiektywna ocena zdolności numerycznych charakteryzuje się reakcją emocjonalną na liczby.

Drugi artykuł prezentuje nowe badania empiryczne charakteryzujące się bardzo podobną metodologią, podczas gdy pierwsze badanie jest wewnątrzosobnicze, a drugie międzyosobnicze. Te badania są naturalnym poszerzeniem badania z pierwszego artykułu dokumentującego, że osoby z wyższymi zdolnościami numerycznymi zmieniają strategię z bardziej wymagającej na prostszą, jeśli wyniki z podejmowanej decyzji są relatywnie niskie. Tematem badań drugiego artykułu jest pytanie, czy uzyskane w pierwszym artykule wnioski

wynikają z relatywnej wartości finansowych problemów decyzyjnych (wysokie lub niskie), czy wynikają z relatywnej różnicy między wartościami oczekiwanymi dwóch opcji wyboru. Wykorzystanie zarówno wewnątrzosobniczego, jak i międzyosobniczego badania jest bardzo sprytnym elementem **Metody** badania. Pozwala to na wyeliminowaniu relatywnego porównania między wysokimi i niskimi wynikami finansowymi problemów decyzyjnych. W drugim eksperymencie badani byli równo przydzieleni do jednego z dwóch warunków eksperymentalnych: 1) warunek z wysokimi wynikami finansowymi i 2) warunek z niskimi wynikami finansowymi. Autorzy oszacowali wielkość wymaganej próby na podstawie analizy siły statystycznej i stworzyli numeryczne problemy decyzyjne poprzez kontrolowanie ich dokładnych parametrów numerycznych.

Podział badanych na uczestników z niskimi i wysokimi wartościami numerycznymi opiera się na rozkładzie i średniej wartości testu BNT. Ilość badanych w każdej z tych grup jest nierówna. Może to stanowić problem w interpretacji wyników i porównaniu dwóch połączonych badań. Poprzez badanie równoważności (ang. non-inferiority test) autorzy wykazali, że dwa warunki badawcze (wysokie wyniki i niskie wyniki problemów decyzyjnych) w badaniach 1 i 2 są statystycznie ekwiwalentne. Stanowi to pozytywny aspekt **Analizy** statystycznej, ale nie adresuje kwestii znaczących różnic w ilościach badanych z wysokimi i niskimi zdolnościami numerycznymi.

Mimo to, **wnioski** z przedstawionych badań są poparte danymi i jasno opisane w dyskusji. Różnica między wartościami oczekiwanymi dostępnych opcji wyboru (ang. Average Expected Difference, AED) wpływa na zmianę strategii. Jeśli różnica AED jest duża, badani częściej stosowali bardziej wymagającą strategię decyzyjną niż w przypadku, gdy różnica AED jest mała, a osoby z wyższymi zdolnościami numerycznymi są bardziej wrażliwe na tę różnicę. Autorzy wskazują na uzyskane wnioski mogą być powiązane z wyznaczaniem sobie przez badanych celów osobistych w osiągnięciach z problemów decyzyjnych.

Przedmiotem **trzeciego artykułu** jest wpływ ograniczenia czasu na wykonanie wielokrotnych problemów decyzyjnych z paradygmacie „decyzji z doświadczenia”. Na podstawie symulacji, autorzy stawiają hipotezę, że stosując prostszą i szybszą strategię decyzyjną można rozwiązać więcej problemów decyzyjnych osiągając mniej optymalny wynik z każdego problemu, ale osiągając wyższy wynik sumując wszystkie problemy, niż rozwiązując mniej problemów osiągając bardziej optymalny wynik z każdego problemu. Badanie symulacyjne jest bardzo przydatne, ale mogłoby być dokładniej opisane. Rycina 2 w trzecim artykule nie pokazuje predykcji modelu, gdy „EV consistency” wynosi mniej niż 50%. Jeśli te scenariusze są nieistotne dla badania, powinno to być jasno opisane. Wybór dziesięciu problemów decyzyjnych i implementacja symulacji mogłaby być opisana bardziej szczegółowo.

Trzy badania empiryczne wykorzystują **Metodę**, która pozwala na łatwe porównanie wniosków z tych badań. Jest to silna strona metodologii artykułu. Dzięki wykorzystaniu paradygmatu „decyzji z doświadczenia” autorzy mogli zmierzyć strategie pozyskiwania informacji o problemie decyzyjnym. W drugim i trzecim badaniu warto by było zapytać badanych, czy myśleli, że niektóre problemy decyzyjne się powtarzają. Jeśli tak, czy w związku z tym byli w stanie zapamiętać swoje poprzednie decyzje i czy uważają, że dokonali takiego samego wyboru w problemach, które według nich się powtarzały. Autorzy dokonali analizy otwartych pytań dotyczących strategii decyzyjnych. Opis badania nie przedstawia motywacji do takiego elementu paradygmatu eksperymentalnego. **Analiza** statystyczna z wykorzystaniem GAM jest adekwatna i wykonana poprawnie. **Wnioski** z badań przedstawionych w trzecim artykule dopełniają wnioski z dwóch poprzednich artykułów. Osoby z wyższymi zdolnościami numerycznymi strategicznie dopasowują strategie

decyzyjne tak, żeby osiągnąć maksymalnie najwyższy wynik finansowy biorąc pod uwagę ograniczony czas, zasoby poznawcze i energię.

Trzy artykuły przedstawione w rozprawie doktorskiej wnoszą ważne wnioski do wiedzy naukowej na temat powiązania statystycznych zdolności numerycznych i podejmowania decyzji. Autor nie tylko potwierdził, że zdolności numeryczne mają pozytywny wpływ na podejmowanie lepszych decyzji. Wykazał również, że lepsze zdolności numeryczne pomagają w zrozumieniu statystycznego kontekstu problemu decyzyjnego i dostosowaniu strategii do ograniczonych zasobów.

Konkluzja rozprawy

Na podstawie powyższych uwag konkluduję, że omawiana praca doktorska dowodzi, że Autor opanował obszerną wiedzę z zakresu psychologii podejmowania decyzji oraz wniósł znaczący wkład w tę dziedzinę nauki poprzez staranne i adekwatne przeprowadzenie badań psychologicznych. Dane empiryczne i wynikające z nich wnioski stanowią istotny wkład naukowy poszerzający wiedzę o czynnikach wpływających na lepsze podejmowanie decyzji finansowych i ekonomicznych. W związku z tym stwierdzam, że przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska spełnia warunki określone w art. 187 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018. Wnoszę o dopuszczeniu Pana Mondala Supratika do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Z poważaniem,



Sandra Andraszewicz

28.12.2024