

Autoreferat

1. **Imię i nazwisko:** Michał Król
2. **Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.**

| | |
|------|---|
| 2011 | Doktor Ekonomii (PhD in Economics) Tytuł: ‘Game-Theoretic Modelling of Oligopolistic Competition under Uncertainty’ (‘Modelowanie Konkurencji Oligopolistycznej za pomocą Teorii Gier’) Promotorzy: Prof. Paul Madden, Prof. Igor Evstigneev University of Manchester, Manchester, Wielka Brytania |
| 2008 | Studia magisterskie (MSc in Economics, with Distinction), University of Manchester |
| 2007 | Studia licencjackie (BSc in Economics, 1st Class), Univ. of Manchester |

3. **Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.**

Praca na stanowisku Lecturer (Assistant Professor) in Economics (with tenure), University of Manchester, Wielka Brytania, 2011-2020, oraz Research Fellow, Universitetet i Agder, Norwegia, 2020-

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Omówienie to winno dotyczyć merytorycznego ujęcia przedmiotowych osiągnięć, jak i w sposób precyzyjny określać indywidualny wkład w ich powstanie, w przypadku, gdy dane osiągnięcie jest dziełem współautorskim, z uwzględnieniem możliwości wskazywania dorobku z okresu całej kariery zawodowej.

Idiosynkrazje procesów przetwarzania informacji wizualnych i ich znaczenie w ocenie umiejętności i wiedzy osób podejmujących decyzje

I. Ogólny zarys problemu badawczego

W badaniach nad podejmowaniem decyzji, coraz większą wagę przywiązuje się do śledzenia procesów poprzedzających decyzję (tzw. ‘process tracing’), a w szczególności procesu selekcji informacji, które służą podjęciu decyzji (Schulte-Mecklenbeck et al., 2017). Jednak przedmiotem akademickiej debaty pozostaje to, w jakim stopniu procesy te są idiosynkratyczne – tzn. specyficzne dla danej osoby, jak np. odcisk palca – a w jakim są wyrazem stanów umysłu lub cech, które mogą być wspólne wielu osobom (jak np. kolor oczu). Rozróżnienie to jest niezwykle istotne z punktu widzenia badań nad podejmowaniem decyzji, bowiem jeśli pod wpływem tych samych oddziaływań dwie różne osoby przetwarzają informacje w zupełnie inny sposób, to ciężko jest z tak zebranych danych wyodrębnić zależności o charakterze ogólnym. Inaczej mówiąc, idiosynkrazje przed-decyzyjnych procesów poznawczych mogą być źródłem szumu, przesłaniając ogólny wpływ oddziaływań eksperymentalnych na daną populację i obniżając trafność zewnętrzną badań ze względu na specyfikę badanej grupy osób.

Problem ten jest szczególnie wyraźny w badaniach wykorzystujących okulografię do śledzenia ruchów oczu poprzedzających decyzje (Ashby et al., 2016). Już Noton i Stark (1971) w swych klasycznych eksperymentach pokazali, że ruchy oczu dwóch różnych osób patrzących na ten sam obraz w tym samym celu są od siebie zaskakująco różne, a tendencja ta została potwierdzona w późniejszych badaniach (Poynter et al., 2013). Niektórzy badacze (Greene et al., 2012) sugerowali, że może to uniemożliwiać wykazanie systematycznych i uniwersalnych (wspólnych wielu osobom) związków między procesami uwagowymi a stanami umysłu, podczas gdy ci po drugiej stronie debaty (Borji & Itti, 2014) wykazali, że jest to – w pewnych okolicznościach – możliwe.

Istnieją jednak także badania, które sugerują, że idiosynkrazje ruchów oczu mogą być czymś więcej niż tylko szumem, który uniemożliwia ‘process-tracing’ (bądź nie, w zależności od

stanowiska w debacie). Badania te pokazują między innymi to, że idiosynkratyczność wzorców patrzenia nie wyklucza wysokiego poziomu wykonania. Przykładowo, w zadaniach, w których badani dokonują ocen na podstawie obserwacji twarzy innych osób wykazano (Peterson & Eckstein, 2013), że mimo, iż różne osoby analizują twarze w całkowicie odmienny sposób, to jednak każdy z tych idiosynkratycznych schematów równie skutecznie prowadzi do celu i dokonania trafnych ocen. Co więcej, w badaniach nad rolą ekspertyzy, doświadczenia i wiedzy w podejmowaniu decyzji (np. szachowych, medycznych, itp.), zaobserwowano, że ruchy oczu ekspertów są mniej do siebie podobne niż te nowicjuszy (Jarodzka et al., 2010).

Z jednej strony, powyższa tendencja stawia pod znakiem zapytania możliwość oceny zdolności decyzyjnych danej osoby na podstawie jej sposobu patrzenia (zob. np. Richstone et al., 2010). Jeśli bowiem zbieranie informacji przez ekspertów jest z natury idiosynkratyczne, to charakterystyczny dla ekspertyzy profil ruchów oczu, stanowiący podstawę diagnozy, może nie istnieć. Z drugiej strony, sugeruje to także, że między dwoma ekstremami, w których schematy patrzenia są idiosynkratyczne vs. uniwersalne, istnieje trzecia możliwość, będąca głównym przedmiotem zainteresowania niniejszego cyklu. Polega ona na tym, że **ruchy oczu mogą w sposób systematyczny stawać się mniej lub bardziej idiosynkratyczne w zależności od zmiennych będących przedmiotem zainteresowania badaczy**. We wspomnianym wyżej przykładzie, proces zbierania informacji wizualnych przez szachistę może być bardziej idiosynkratyczny, gdy dysponuje on większym doświadczeniem, a zaobserwowanie idiosynkratycznych ruchów oczu u gracza o nieznanym poziomie gry może sugerować, że mamy do czynienia z ekspertem. Inaczej mówiąc, stopień, w jakim dana obserwacja jest idiosynkratyczna może być sam w sobie markerem istotnych zmiennych (a nie tylko szumem) w badaniach nad podejmowaniem decyzji.

Ustalenie tego, jakie cechy kontekstu, problemu decyzyjnego i osoby badanej sprawiają, że procesy zbierania informacji są bardziej lub mniej idiosynkratyczne, jest jednak tematem trudnym i jak dotąd nie podjętym przez literaturę. Mogło to być spowodowane tym, że precyzyjny pomiar stopnia, w jakim dana sekwencja ruchów oczu jest idiosynkratyczna, stanowi wyzwanie z technicznego punktu widzenia (zob. N. C. Anderson et al., 2015).

W odpowiedzi na ten problem, celem niniejszego cyklu publikacji jest: 1) opracowanie narzędzia pozwalającego na systematyczny pomiar stopnia idiosynkratyczności indywidualnego procesu selekcji informacji za pomocą ruchów oczu poprzedzającego daną decyzję; 2) wykorzystanie tego narzędzia do zbadania związku między idiosynkratycznością a wiedzą i umiejętnościami osoby podejmującej decyzję, a także: 3) próba predykcji – w oparciu o tak ustalony związek – umiejętności i wiedzy na podstawie poprzedzających daną decyzję ruchów oczu.

II. Idiosynkrazje jako szum

Istniejąca literatura w przeważającej większości traktuje idiosynkrazje procesów poznawczych jako problem, który należy starać się wyeliminować. Badania wykazały, że np. identyfikacja celu, jaki przyświeca danej osobie w trakcie zbierania danych za pomocą ruchów oczu jest trudna, gdyż ten sam wzorzec ruchów oczu może u każdej z dwóch różnych osób oznaczać coś zupełnie innego. Cel ten staje się jednak osiągalny przy zastosowaniu algorytmów sztucznej inteligencji do wyeliminowania szumu (Borji & Itti, 2014). Innym, często stosowanym rozwiązaniem problemu poznawczych idiosynkrazji jest kontrolowanie ich poprzez wprowadzenie do estymowanych modeli parametrów przyjmujących wartości specyficzne dla danej osoby (zob. np. Lempert et al., 2015). Pierwsze dwie publikacje prezentowanego cyklu wpisują się w powyższy schemat działania, a zarazem motywują bardziej pogłębione podejście do problemu idiosynkrazji w dalszej części cyklu.

Król, Michał & Król, Magdalena Ewa (2017).

A novel approach to studying strategic decisions with eye-tracking and machine learning.

Judgment and Decision Making, 12 (6), journal.sjdm.org/17/17327/jdm17327.pdf

Celem badania było sprawdzenie, czy można analizując ruchy oczu za pomocą sztucznej inteligencji przewidzieć, jakie są założenia danej osoby na temat swego rywala w prostej grze strategicznej. Przebadaliśmy 96 osób, które wielokrotnie grały ze sobą w parach, każda za pomocą osobnego komputera wyposażonego w okulograf. W pierwszej części badania, rywalem każdego z graczy był komputer, zachowujący się albo w sposób losowy, albo przewidywalny, tzn. na podstawie określonej z góry reguły. Poza tym, obie sytuacje nie różniły się - np., pod względem wyglądu gry, czy jej zasad, a zachowania rywala nie były widoczne na ekranie, choć jego 'typ' był z góry graczowi znany. Mimo to, okazało się, że sztuczna inteligencja jest w stanie na podstawie ruchów oczu danej osoby z wysoką dokładnością przewidzieć, czy mierzy się ona z graczem, według swojej wiedzy, przewidywalnym, czy nie. Było tak jednak tylko wówczas, gdy model predykcyjny był testowany na próbie innych obserwacji (instancji gry, tj. pojedynczych rozgrywek) należących *do tego samego zbioru graczy*. Model wychwytywał bowiem to, jak dane osoby zachowują się, grając z każdym z dwóch typów przeciwnika, lecz wzorce te były tak idiosynkratyczne, że nie miały zastosowania w przypadku innych, wcześniej nienapotkanych osób. Aby tego typu predykcja 'poza próbą' była możliwa, konieczne była standaryzacja zmiennych tak, aby model otrzymywał na wejściu informację nie o tym, jakie dane mu charakterystyki ruchów oczu są *w wyrażeniu absolutnym*, lecz jak odbiegają one od średnich wartości zaobserwowanych u danej osoby. Dzięki

częściowemu odfiltrowaniu w ten sposób idiosynkrazji, możliwe było potwierdzenie hipotez odnośnie gry z ‘żywym’ przeciwnikiem w drugiej części badania. Przykładowo, jedni badani otrzymywali po każdej rundzie informację o tym, jak zachował się w niej ich przeciwnik, a inni nie. Okazało się, że w przypadku tych pierwszych ruchy oczu były przez model wytrenowany na danych z pierwszej części badania częściej klasyfikowane jako odpowiadające grze z przewidywalnym przeciwnikiem komputerowym. To sugeruje, że jest możliwe wnioskowanie o (nieznanych) procesach myślowych, porównując towarzyszące im ruchy oczu do tych obserwowanych wtedy, gdy o procesach myślowych czy stanach wewnętrznych badanych wiemy znacznie więcej (np. w trakcie gry z przewidywalnym komputerowym przeciwnikiem).

Tym niemniej, w zgodzie z wcześniejszą literaturą (np. Polonio et al., 2015) wyniki sugerują też, że heterogeniczność ruchów oczu różnych osób w danych okolicznościach może być równie istotna, co zmienność ruchów oczu danej osoby w okolicznościach odmiennych (np. w różnych warunkach eksperymentalnych). Skuteczna weryfikacja postawionych w badaniach typu ‘process tracing’ hipotez musi to pierwsze źródło wariacji brać pod uwagę i w miarę możliwości kontrolować. Staraliśmy się tak postępować w kolejnym badaniu.

Król, Michał & Król, Magdalena Ewa (2019).

Simple eye movement metrics can predict future decision making performance: The case of financial choices.

Judgment and Decision Making, 14 (3), journal.sjdm.org/18/18405/jdm18405.pdf

Bezpośrednim celem badania było sprawdzenie możliwości wykorzystania analizy procesu selekcji informacji wizualnych do oceny umiejętności i wiedzy osoby podejmującej decyzje. W sytuacjach, gdy na efekty naszych wyborów olbrzymi wpływ mają czynniki losowe (czego przykładem są decyzje inwestycyjne), osoba o niewielkich umiejętnościach może podjąć decyzję, która według dostępnego w tej chwili stanu wiedzy była błędna, a jednak, szczęśliwym zbiegiem okoliczności, okazała się korzystna (np., wygrać w loterii, w której udział był bardzo kosztowny, a szanse na zwycięstwo znikome). Podobnie ktoś o ogromnej wiedzy może podjąć decyzję ex-ante właściwą, która jednak pechowo okaże się zła w skutkach (ex-post). Tym samym, wnioskowanie o umiejętnościach decyzyjnych danej osoby na podstawie skutków jej przeszłych decyzji (np., na podstawie zysków z podjętych inwestycji) może prowadzić do błędnych wniosków i być bardzo kosztowne dla społeczeństwa. Przykładem tego jest fakt, że aktywnie zarządzane przez ekspertów fundusze inwestycyjne osiągają sporadycznie zyski wyższe, lecz średnio systematycznie gorsze, od funduszy pasywnych, a mimo to popyt na nie

– a wraz z nim zarobki ekspertów – utrzymują się na bardzo wysokim poziomie (Fama & French, 2010).

Celem badania było więc ustalenie, czy zdolność danej osoby do podjęcia dobrych decyzji inwestycyjnych w *przyszłości* można ocenić bardziej dokładnie, jeśli oprócz obserwowalnych skutków jej przeszłych decyzji weźmiemy pod uwagę sposób, w jaki były one podejmowane, a konkretnie to, na jakie informacje zwracała uwagę ta osoba. W badaniu wykorzystano klasyczny paradygmat laboratoryjny z zakresu badań nad ‘efektem dyspozycji’ (Frydman et al., 2014), dostosowany do analizy danych okulograficznych. Przed każdą decyzją inwestycyjną, badani mieli dostęp zarówno do danych bezpośrednio związanych z prawdopodobieństwem sukcesu inwestycji, jak i do nieistotnych z tego punktu widzenia danych leżących u podstaw wspomnianego efektu dyspozycji (tzn. obciążenia kognitywnego polegającego na pozbywaniu się dobrych inwestycji w celu realizacji zysków, a trzymaniu się złych inwestycji w nadziei odrobienia strat). Okazało się, że uwzględnienie tego, jak bardzo osoba badana zwracała uwagę na te ostatnie dane, poprawiało dokładność modelu przewidującego jakość *kolejnej* decyzji tej osoby. Dotyczyło to zwłaszcza sytuacji, gdy aktualna decyzja na poziomie behawioralnym była bez zarzutu, tzn. zwieńczona sukcesem i niespójna z efektem dyspozycji (np., mogła to być decyzja o nie sprzedaniu aktywu, na którym badany już wcześniej zarobił, a który w kolejnym okresie zyskał jeszcze więcej). W takich okolicznościach, fakt zwracania uwagi na dane powiązane z efektem dyspozycji był szczególnie diagnostyczny, istotnie obniżając przewidywaną jakość kolejnej podjętej przez badanego decyzji.

Tym niemniej, warto zauważyć, że powyższa zależność została wykazana dzięki zastosowaniu mieszanego modelu regresji. Pozwoliło to nam na estymację indywidualnych parametrów dla poszczególnych badanych oraz na modelowanie i kontrolowanie istotnej wariancji w zakresie tych parametrów zaobserwowanej pomiędzy badanymi. Z jednej strony, wyniki świadczą więc o tym, że nasze schematy wyszukiwania informacji (i ich związek z jakością decyzji) są względnie stałe w czasie – to, na co zwracamy uwagę, mierząc się z danym problemem obecnie, może świadczyć o tym, jak będziemy zachowywać się, mając z nim ponownie do czynienia w przyszłości. Z drugiej strony, zależności te mogą być tak idiosynkratyczne, że wykorzystanie modelu do oceny zdolności decyzyjnych konkretnych osób spoza próby laboratoryjnej będzie zarówno technicznie trudne, jak i nieefektywne. Przykładowo, te same wzorce uwagowe, które u jednej osoby towarzyszyły opieraniu decyzji na niewłaściwych przesłankach, u innej mogą nie być przeszkodą dla podejmowania dobrych decyzji. Podobny problem może zaistnieć w sytuacji wykorzystania modelu do celów edukacyjnych. Pojawia się bowiem pytanie, czy zasadnym jest wpływanie na osoby podejmujące decyzje, by ich schematy uwagowe bardziej przypominały te statystycznie powiązane przez nas w danej populacji z dobrymi wyborami, czy

może idiosynkratyczność procesów zbierania informacji jest stanem optymalnym, w który lepiej nie ingerować. Zagadnienie to podjęte zostało w kolejnej publikacji cyklu.

Król, Michał & Król, Magdalena Ewa (2019).

Learning From Peers' Eye Movements in the Absence of Expert Guidance: A Proof of Concept Using Laboratory Stock Trading, Eye Tracking, and Machine Learning.

Cognitive Science, 43 (2),. doi.org/10.1111/cogs.12716

Badani wykonywali to samo zadanie inwestycyjne co w poprzedniej publikacji, z tą różnicą, że po każdej decyzji otrzymywali informację zwrotną, mającą na celu poprawić ich poziom wykonania kolejnych iteracji zadania. W przypadku połowy badanych, informacja ta była oparta o dane behawioralne – badani dowiadywali się, czy podjęta właśnie decyzja była właściwa ex-ante (tzn., biorąc pod uwagę udostępnione badanemu z góry charakterystyki proponowanej inwestycji). W przypadku drugiej połowy badanych, informacja zwrotna była oparta o dane okulograficzne zebrane podczas podejmowania decyzji, analizowane na bieżąco za pomocą sztucznej inteligencji. Badani dowiadywali się, czy pod względem tego, na co zwracali uwagę, bardziej przypominali tych spośród innych badanych, którzy podejmowali decyzje (ex-ante) właściwe, czy tych, którzy podejmowali decyzje niewłaściwe. Celem było sprawdzenie, który rodzaj informacji zwrotnej będzie skutkował większą proporcją właściwych decyzji. Dodatkowo, przed rozpoczęciem zadania, uczestników przebadano krótkim testem ‘refleksji poznawczej’ (Frederick, 2005). Celem było tu ustalenie, czy osoby o niskim poziomie refleksji (tj., relatywnie niezdolne do kontrolowania automatycznych, natychmiastowych, i błędnych reakcji na podane im informacje), będą względnie lepiej funkcjonowały w warunkach okulograficznej, a nie behawioralnej informacji zwrotnej. Hipoteza ta była umotywowana tym, że osoby takie mogą lepiej reagować na swego rodzaju usunięcie z ich pola widzenia bodźców stanowiących ‘trigger’ ich błędnych reakcji (do czego sprowadza się nauczanie ich, by nie zwracały na te bodźce uwagi), niż na instruowanie ich, że reakcja jest błędna.

Powyższa hipoteza znalazła potwierdzenie w wynikach. Badani, którzy otrzymywali okulograficzne informacje zwrotne dostosowywali stopniowo stosownie do nich swoje wzorce patrzenia, a ci o niskiej refleksji poznawczej radzili sobie lepiej, niż gdy otrzymywali feedback behawioralny. Okazało się jednak także, że u osób o wysokim poziomie refleksji zachodziła prawidłowość odwrotna – okulograficzna informacja zwrotna wpływała na ich decyzje gorzej niż behawioralna. Mogło być tak, że osoby te były w stanie poradzić sobie z zadaniem bardzo dobrze w nietypowy sposób, tzn. taki, który odbiegał od modelu statystycznie w danej populacji

związanego z dobrym wynikiem. Zasadna wydaje się tu analogia do badań nad ocenami dokonywanymi na podstawie twarzy innych osób, w których wykazano, że statystyczne prawidłowości, takie jak tendencja do patrzenia na oczy i usta, niekoniecznie związane są z poziomem wykonania zadań. Wiele osób analizuje twarze idiosynkratycznie, a zarazem skutecznie, a skłanianie ich, by robiły to ‘modelowo’ pogarsza jakość ich ocen (Peterson & Eckstein, 2013). Podobnie w badaniach nad rolą ekspertyzy, doświadczenia i wiedzy w podejmowaniu decyzji (np. szachowych, medycznych, itp.) wykazano, że ruchy oczu ekspertów są mniej do siebie podobne niż te nowicjuszy (Jarodzka et al., 2010). Być może więc idiosynkrazje w zakresie wyszukiwania informacji nie są czymś, co należy eliminować, lecz wręcz przeciwnie, stanowią potencjalne źródło wiedzy, np. mogą być powiązane z wysoką ekspertyzą, umiejętnościami, lub innymi charakterystykami danej grupy osób. Pytanie o to, czy możliwość taka faktycznie istnieje, podjęte zostało w drugiej części omawianego cyklu.

II. Idiosynkrazje jako źródło informacji

Król, Michał & Król, Magdalena Ewa (2020).

Autism limits strategic thinking after all: A process tracing study of the beauty contest game.

Thinking & Reasoning, 26 (4), doi.org/10.1080/13546783.2019.1679256

Badania typu ‘process tracing’ są często pomocne tam, gdzie standardowa analiza łatwo obserwowalnych zachowań okazuje się niewystarczająca. Przykładowo, Pantelis i Kennedy (2017) porównali odpowiedzi dwóch grup badanych w grze typu ‘konkurs piękności’, w której celem jest podanie liczby jak najbliższej dwóm trzecim średniej odpowiedzi pozostałych badanych. Choć postuluje się, że umiejętność przewidywania stanów umysłu innych osób jest tu kluczowa, okazało się, że odpowiedzi w grupie osób z diagnozą spektrum autyzmu nie różniły się istotnie od tych w grupie osób typowo rozwijających się. Jako, że zaobserwowana przez badaczy wariancja odpowiedzi była dość duża, a przebadanie większej liczby osób ze wspomnianą diagnozą jest trudne, w kolejnym badaniu cyklu porównaliśmy sposób, w jaki członkowie obu grup zbierają informacje przed podjęciem decyzji, a nie tylko same udzielone przez nich odpowiedzi. Okazało się, że choć średnia odpowiedzi po raz kolejny nie różniła się między grupami, to badani ze spektrum autyzmu korzystali z udostępnionego im ‘kalkulatora’ (symulatora wyniku gry) w sposób zupełnie inny od osób neurotypowych. Ściślej mówiąc, zależność między ostatecznie udzieloną odpowiedzią a średnią hipotetycznych odpowiedzi innych graczy wprowadzoną uprzednio do kalkulatora, była wśród osób neurotypowych mało zróżnicowana i bliska proporcji dwóch trzecich (tzn., badani ci odpowiadali optymalnie na odpowiedzi, jakich spodziewali się ze strony innych). Ta sama proporcja była jednak wśród

osób ze spektrum autyzmu o wiele bardziej zróżnicowana, sugerując, że choć średnio ich odpowiedzi były podobne do osób neurotypowych, to już sam proces dochodzenia do nich był odmienny i potencjalnie znacznie bardziej idiosynkratyczny.

Jednocześnie jednak, powyższa obserwacja uwydatnia istniejące ograniczenia badań nad idiosynkratycznością procesu zbierania informacji. Po pierwsze, w powyższej sytuacji, istnieje łatwy i naturalny sposób na to, by zredukować ów proces do prostej wartości numerycznej (wyrażającej stosunek liczb wprowadzonych do kalkulatora do ostatecznej odpowiedzi). Wariancję tak uzyskanej zmiennej w danej grupie osób można następnie równie łatwo porównać do innej grupy. Tym niemniej, nie zawsze będzie to możliwe. Teoretycznie uzasadnionych sposobów na dokonanie powyższej redukcji procesu do zmiennej może być wiele, zwłaszcza, gdy odzwierciedlające proces dane są bardziej skomplikowane od sekwencji wprowadzonych do kalkulatora liczb (jest tak np. we wszystkich przedstawionych wcześniej badaniach cyklu, gdzie zarejestrowano sekwencje ruchów oczu).

Po drugie, samo porównywanie poziomu zróżnicowania zmiennej między poszczególnymi grupami może być niewystarczające. Z punktu widzenia zastosowań wyników badań dla celów diagnostycznych, istotne jest bowiem, to, co możemy powiedzieć o danej osobie na podstawie tego, jak zbiera informacje. Przykładowo, samo zaobserwowanie faktu, że eksperci różnią się pod tym względem od siebie bardziej niż nowicjusze (jak np. w Jarodzka et al., 2010), nie pomoże nam w dokonaniu oceny, czy dana osoba jest ekspertem, czy nie. Znacznie lepsza z tego punktu widzenia byłaby możliwość wyrażenia w formie wartości liczbowej tego, jak bardzo idiosynkratyczna jest konkretna sekwencja zbierania informacji zaobserwowana u danej osoby w trakcie podejmowania określonej decyzji. Także z perspektywy lepszego zrozumienia zjawisk (a nie tylko zastosowań diagnostycznych), potencjalnie owocna wydaje się możliwość włączenia powyższej miary idiosynkratyczności do modeli zawierających inne zmienne (zwłaszcza w planach eksperymentalnych z powtarzanymi pomiarami, w których jednostką obserwacji jest pojedyncza decyzja).

W kolejnej publikacji cyklu, podjęta została zatem próba stworzenia możliwie uniwersalnej miary spełniającej powyższe kryteria, a następnie (w dalszych publikacjach) zastosowania jej w sposób zasygnalizowany powyżej.

Król, Michał & Król, Magdalena Ewa (2019).

A Novel Eye Movement Data Transformation Technique that Preserves Temporal Information:
A Demonstration in a Face Processing Task.

Sensors, 19 (10), doi.org/10.3390/s19102377

Podobnie jak w badaniu opisanym powyżej, przebadano tu grupę osób ze spektrum autyzmu oraz dopasowaną demograficznie grupę osób neurotypowych. Tym razem jednak, badanych poproszono o dokonanie decyzji / ocen na podstawie obserwacji zdjęć twarzy nieznanymi osobom (np. o ocenę tego, jaką emocję wyraża twarz), a zarejestrowano towarzyszące temu ruchy oczu. Celem było zaproponowanie i zademonstrowanie metody, pozwalającej na ‘kompresję’ danej sekwencji ruchów oczu do łatwo poddających się analizie wartości liczbowych (np., wektora, czy punktu na płaszczyźnie), w sposób odzwierciedlający zarówno charakterystyki przestrzenne, jak i czasowe sekwencji (to, *gdzie*, ale także *kiedy* badany patrzył). Proponowana metoda polega na połączeniu istniejących technik analizy danych w unikalny sposób. Najpierw, indywidualne sekwencje ruchów oczu (lub potencjalnie inne dane o podobnej strukturze, np. sekwencje kliknięć myszką), porównywane są ze sobą parami za pomocą służących do tego celu algorytmów, takich jak np. ScanMatch (Cristino et al., 2010; mimo pewnej elastyczności w tym zakresie, istotne jest użycie takiego algorytmu, który bierze pod uwagę zarówno charakterystyki przestrzenne, jak i czasowe porównywanych sekwencji). W kolejnym etapie, macierz zawierająca wyniki porównań między sekwencjami przekształcana jest w mapę przestrzenną, w której każdej sekwencji przypisany jest punkt tak, aby podobnym do siebie sekwencjom odpowiadały punkty położone blisko siebie. Mogą do tego celu posłużyć algorytmy redukcji wymiarów typu machine-learning, np. t-SNE (van der Maaten & Hinton, 2008). W toku tego procesu, otrzymujemy zatem swoistą mapę, na której każdej sekwencji ruchów oczu przypisane jest położenie odzwierciedlające jej czaso-przestrzenne właściwości. W ostatnim kroku, możliwa jest estymacja funkcji gęstości rozkładu punktów na mapie.

W konsekwencji wyżej opisanego procesu, możliwe jest: a) wykorzystanie standardowych testów statystycznych do określenia, czy dane zbiory sekwencji (odpowiadające różnym warunkom eksperymentalnym lub różnym grupom osób) różnią się od siebie; b) lub użycie modeli sztucznej inteligencji do przewidzenia, na podstawie ruchów oczu, do którego zbioru należy ich dana, zarejestrowana sekwencja. Obie te możliwości zostały skutecznie zademonstrowane w bieżącej publikacji cyklu na przykładzie grup osób ze spektrum autyzmu vs. typowo rozwijających się. Naturalnym rozszerzeniem powyższego schematu jest jednak także użycie pozyskanej mapy sekwencji ruchów oczu (i jej funkcji gęstości) do określenia, jak

bardzo idiosynkratyczna jest dana sekwencja, na podstawie tego, jak ‘gęsto zaludniony’ jest przypadający jej na mapie obszar. W kolejnych częściach cyklu pokazano, jak można wprowadzić tak uzyskaną miarę do modeli procesów decyzyjnych w celu lepszego ich zrozumienia, a także dla zasygnalizowanych uprzednio celów diagnostycznych.

A.

Król, Michał & Król, Magdalena Ewa (2019).

A Valence Asymmetry in Pre-decisional Distortion of Information: Evidence From an Eye Tracking Study with Incentivized Choices.

Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition, 45 (12),.

psycnet.apa.org/doi/10.1037/xlm0000711

oraz:

B.

Król, Michał & Król, Magdalena Ewa (2021).

Eye movement anomalies as a source of diagnostic information in decision process analysis.

Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition, 47 (6),.

doi.org/10.1037/xlm0000931

W obu powyższych badaniach (A i B) wykorzystano zadania eksperymentalne skonstruowane w podobny, następujący sposób. Z popularnej wśród inwestorów kapitałowych platformy www.seekingalpha.com (skrzyżowanie platformy informacyjnej i społecznościowej) pobrano kilkanaście tysięcy artykułów, z których każdy wyrażał opinię eksperta na temat potencjału inwestycyjnego jednej z dwudziestu największych spółek notowanych na nowojorskiej giełdzie papierów wartościowych. Z artykułów wyodrębniono słowa zaklasyfikowane jako pozytywne lub negatywne w popularnym leksykonie ‘sentymetu finansowego’ (Loughran & McDonald, 2011). Ich względna proporcja w artykułach seekingalpha.com została już wcześniej powiązana z faktycznym wynikiem spółki na giełdzie w kolejnym kwartale (Chen et al., 2014). W związku z tym, z opublikowanych w ciągu każdego okresu kwartalnego artykułów, wyodrębniliśmy najbardziej reprezentatywne pozytywne lub negatywne słowa, zgodnie z metryką tf-idf stosowaną np. przez wyszukiwarki internetowe (zob. np. Ramos, 2003), a do tak powstałego zbioru słów przyporządkowaliśmy rzeczywistą stopę zwrotu spółki na giełdzie w *kwartale kolejnym*.

W przeprowadzonych przez nas eksperymentach, osoba badana podejmowała kilkadziesiąt decyzji wygenerowanych na podstawie powyższych danych, otrzymując rzeczywiste

wynagrodzenia pieniężne. Przed każdą decyzją, badani widzieli na ekranie zbiór (tzw. ‘chmurę’ / ‘word cloud’) reprezentatywnych słów wygenerowaną dla danej spółki / kwartału, po czym decydowali, czy chcieliby z takiej inwestycji skorzystać. Jeśli tak, to otrzymywali kwotę pieniężną proporcjonalną do faktycznej stopy zwrotu spółki, a jeśli nie, otrzymywali średnio znacznie mniejszą, ale z góry gwarantowaną kwotę (odpowiednik ulokowania pieniędzy w banku). Dodatkowo, przed obejrzeniem zbioru słów, badani byli informowani, czy w razie podjęcia inwestycji do uzyskanej stopy zwrotu zostanie doliczona korekta o z góry określonej wartości. W publikacji A, przeprowadzono dwa eksperymenty: jeden, w którym korekta była albo ujemna (‘prowizja’) albo zerowa; i drugi, w którym była albo ujemna, albo dodatnia (‘bonus’). W publikacji B, korekta była również dodatnia lub ujemna, ale w przypadku części decyzji badani dowiadywali się, która z tych opcji zachodzi, dopiero po obejrzeniu chmury słów. Jednak nawet w przypadku korekty ujemnej, zysk z inwestycji był *średnio* (choć nie zawsze) większy od kwoty gwarantowanej.

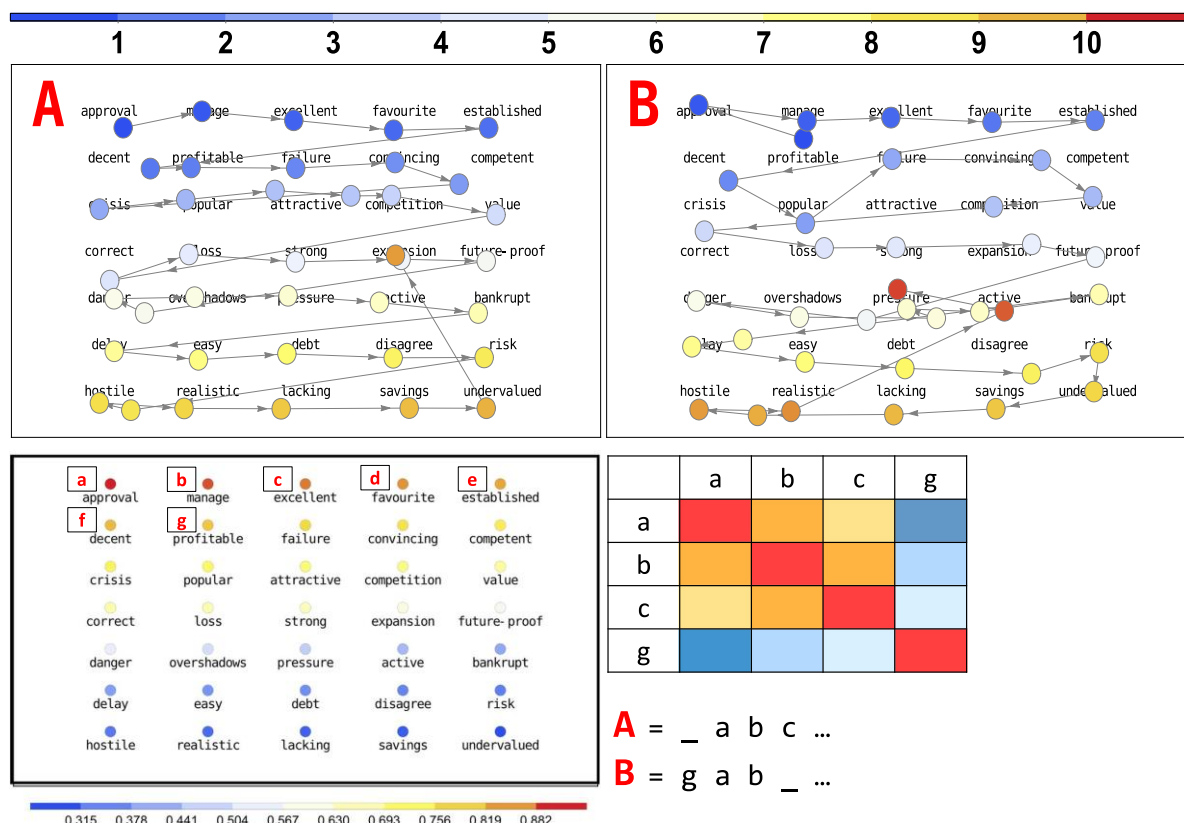
W czasie patrzenia na zbiór reprezentatywnych słów, ruchy oczu badanych były rejestrowane za pomocą okulografu. Celem było zbadanie wpływu uprzedniej wiedzy (na temat wartości naliczonej korekty) na przetwarzanie wzrokowe dalszych informacji (słów). Choć proces zbierania danych niezbędnych do podjęcia decyzji opartych na doświadczeniu od dawna cieszy się dużym zainteresowaniem badaczy (zob. np. Hills & Hertwig, 2010), to jednak pytanie o związek między doświadczeniem a charakterystykami tego procesu pozostaje otwarte. Fakt, że ruchy oczu ekspertów są mniej do siebie podobne niż te nowicjuszy (Jarodzka et al., 2010) tłumaczy się tym, że uwaga nowicjuszy w większym stopniu kształtowana jest w schemacie ‘dół-góra’ na podstawie cech oglądanych przez nich (tych samych) bodźców, a w mniejszym stopniu w schemacie ‘góra-dół’ na bazie ich indywidualnych (różnych od siebie) przeszłych doświadczeń (co znajduje potwierdzenie w badaniach nad podejmowaniem decyzji, zob. np. Orquin et al., 2013). Idąc tym tropem, postulowaliśmy, że w tego typu sytuacjach zachodzić może mechanizm poznawczego sprzężenia zwrotnego – im więcej doświadczenia i informacji na dany temat dana osoba zdołała już zgromadzić, tym bardziej wyspecjalizowane, specyficzne i – idiosynkratyczne – staje się przetwarzanie przez nią kolejnych danych.

W publikacji A, badaliśmy to, czy – jako wyraz tego typu specjalizacji – przetwarzanie informacji spójnych z wcześniejszym doświadczeniem będzie prostsze. Ściślej mówiąc, chodziło o to, czy te z reprezentatywnych słów, które są w zgodzie ze wcześniejszą informacją o korekcie zysku, będą przetwarzane wzrokowo sprawniej i mniejszym wysiłkiem poznawczym, czego obserwowalną miarą był czas patrzenia (‘fiksacji’) na dane słowo oraz towarzyszący temu stopień rozszerzenia źrenicy oka. Okazało się, że informacja o pozytywnej (lub zerowej) korekcie faktycznie sprawiała, że fiksacje na słowa o pozytywnym sentymencie

były krótsze, a towarzyszący im stopień rozszerzenia żrenicy mniejszy, w porównaniu do sytuacji, w której słowa poprzedzone były informacją o korekcie ujemnej. Oprócz tego, w przypadku korekty dodatniej (zerowej) liczba pozytywnych słów, na które badany spojrzał, miała większy wpływ na jego oczekiwania odnośnie zwrotu z inwestycji, niż w przypadku korekty ujemnej. Inaczej mówiąc, po otrzymaniu pozytywnych wstępnych informacji na temat danej inwestycji, spójne z tym (tj., pozytywne) dalsze informacje były przetwarzane sprawniej i z większym wpływem na ostateczną opinię co do tej inwestycji. Jest to zgodne ze zjawiskiem tzw. ‘przed-decyzyjnego zaburzenia informacji’ odnotowanym jak dotąd na poziomie behawioralnym (zob. DeKay, 2015), gdzie otrzymane wcześniej informacje sprzyjające danej decyzji wpływają na wyrażaną świadomie przez badanych ocenę i interpretację informacji otrzymanych później. W bieżącej publikacji, zademonstrowaliśmy, że zaburzenie to może mieć swoje źródło i wyraz już na poziomie wzrokowego przetwarzania informacji. Ponadto, zaobserwowany tu efekt był silniejszy dla informacji pozytywnych niż dla negatywnych, tzn. słowa o negatywnym sentymencie nie ‘korzystały’ w tym samym stopniu, co pozytywne, na tym, że informacja o korekcie miała ten sam (negatywny) wydźwięk. Jest to spójne z tzw. ‘hipotezą gęstości’ (‘density hypothesis’, zob. Alves et al., 2017), zgodnie z którą informacje pozytywne są umiejscowione ‘gęściej’ – bliżej siebie – na ‘mapie poznawczej’ mózgu niż informacje negatywne, tzn. są odbierane jako bardziej do siebie podobne i lepiej nawzajem ze sobą kojarzone. Podsumowując, wyniki sugerują, że przed-decyzyjne zaburzenia informacji, obserwowane dotąd na poziomie behawioralnym, mogą mieć u swych podstaw proces specjalizowania się umysłu w zakresie przetwarzania informacji spójnych z wcześniejszym doświadczeniem, tzn. sprzyjających podjęciu tej samej decyzji, co do której już się ‘skłaniamy’. W publikacji B, zadaliśmy pytanie, czy proces tej specjalizacji będzie przejawiał się, w miarę nabywania informacji czy doświadczenia, narastającym ‘uspecyfikowaniem się’, czyli rosnącą idiosynkratycznością procesów wyszukiwania kolejnych informacji.

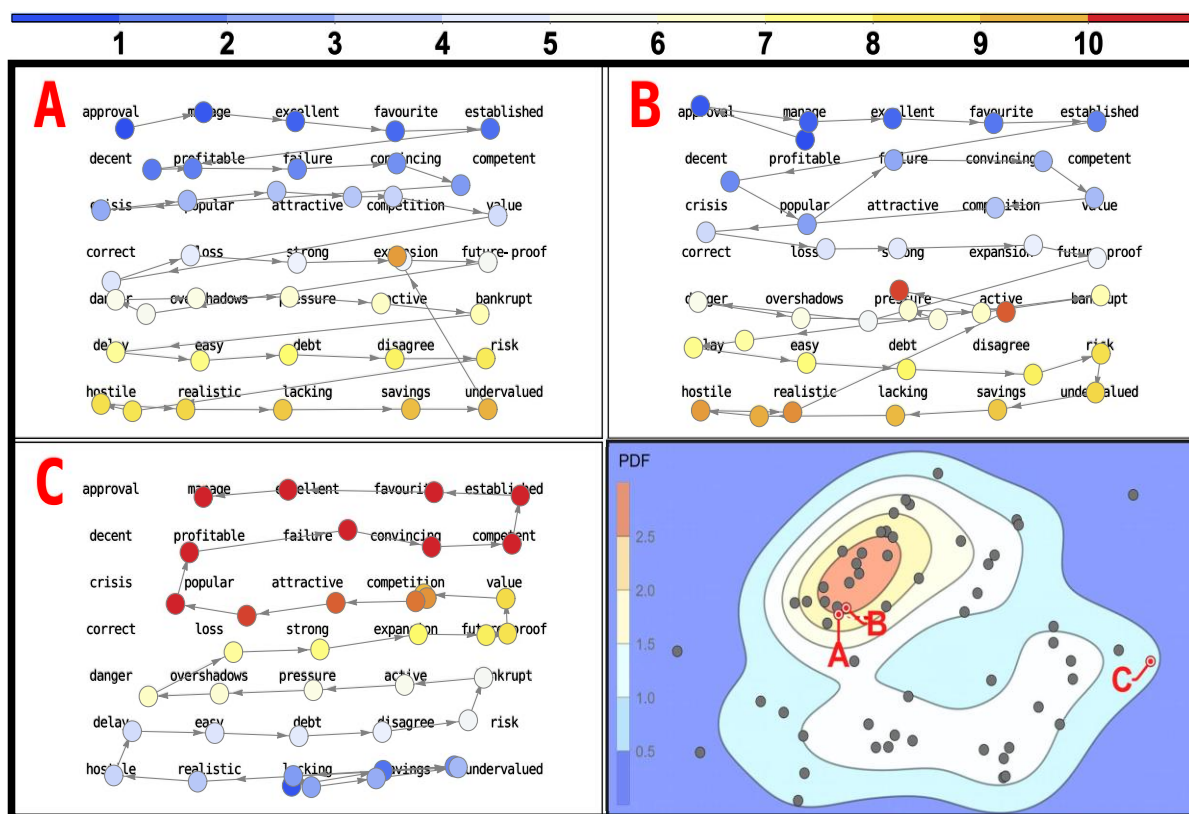
Badani wykonywali tu zadanie niemal identyczne z tym w publikacji A. Chcieliśmy jednak przeanalizować nie tylko przetwarzanie indywidualnych słów, ale i całą ‘ścieżkę skanowania’, tzn. sposób, w jaki badani wybierali słowa, które chcieli przeczytać, i kolejność, w jakiej to robili. By stworzyć im jak najlepsze warunki do – sterowanej doświadczeniem – optymalizacji metodą ‘góra-dół’ w tym zakresie, zbiór reprezentatywnych słów dotyczących danej inwestycji został przedstawiony nie w formie nieregularnej ‘chmury’, ale w formie tabeli, w której słowa o pozytywnym sentymencie pojawiały się z większym prawdopodobieństwem w górnych rzędach, a słowa negatywne w dolnych. Miało to odwzorowywać sytuację, w której na bazie doświadczenia możemy w pewnym stopniu przewidzieć, jakiego typu informacje znajdziemy, jeśli zdecydujemy się odwiedzić dane ich źródło (np., na portalu seekingalpha.com niektórzy eksperci są znani z tego, że ‘specjalizują się’ w prezentowaniu krytycznych opinii na temat

spółek, a inni, wręcz przeciwnie, w zachęcaniu do inwestycji). Sposób, w jaki przedstawione były słowa, oraz pierwszy etap analizy ścieżek ich skanowania, zilustrowany jest na rysunku poniżej.



Rysunek 1. Na dwóch górnych panelach przedstawiono dwie przykładowe ścieżki skanowania słów, ozn. jako A i B, nałożone na ten sam zbiór słów (w tabeli 7x5). Fiksacje oka następujące kolejno po sobie oznaczone są punktami o coraz cieplejszym kolorze (patrz skala u góry). Każda ścieżka skanowania (tzn., ciąg fiksacji) została zakodowana w formie ciągu liter, gdzie dana litera odpowiadała pozycji kodowanej fiksacji w tabeli (czerwone litery a-g w dolnym-lewym panelu pokazują, jak oznaczono pierwszych kilka pozycji). Tak uzyskane ciągi liter porównywano następnie ze sobą parami za pomocą algorytmu ScanMatch (Cristino et al., 2010), który ustawiał je optymalnie względem siebie za pomocą wstawiania ‘spacji’ (patrz – początek każdego z ciągów A i B w dolnym-prawym panelu). Następnie, algorytm obliczał podobieństwo między dwoma ciągami jako średnią podobieństw liter ustawionym naprzeciw siebie, które z kolei było odwrotnie proporcjonalne do różnicy między prawdopodobieństwem występowania pozytywnego słowa na pozycji przypisanej każdej z dwóch porównywanych liter (prawdopodobieństwa te są oznaczone w dolnym-lewym panelu kolorami punktów umieszczonych nad każdym ze słów; patrz – skala u dołu panelu).

Każda zarejestrowana w toku badania ścieżka skanowania została w przedstawiony na Rys. 1 sposób porównana z każdą inną ścieżką, prowadząc do uzyskania symetrycznej macierzy podobieństw o wymiarach tożsamy z łączną liczbą zarejestrowanych ścieżek. Macierz ta została następnie wprowadzona do algorytmu redukcji wymiaru t-SNE (van der Maaten & Hinton, 2008), i przetworzona na 2-wymiarową mapę. Na mapie tej, każdej ścieżce skanowania przypisany jest punkt odzwierciedlający jej czaso-przestrzenne charakterystyki tak, iż ścieżkom podobnym do siebie (tzn. takim, gdzie słowa podobnie umiejscowione w tabeli były czytane w podobnej kolejności i czasie), przypisane są punkty położone blisko siebie. W kolejnym kroku, dokonaliśmy estymacji rozkładu tak uzyskanych punktów (w oparciu o funkcję Gaussińską). Wreszcie, każdemu punktowi (ścieżce) przypisaliśmy prawdopodobieństwo wylosowania z otrzymanego rozkładu punktu o gęstości mniejszej niż on. Tak uzyskana (za pomocą algorytmu ‘rarer-probability’, Wolfram Research, 2019) wartość jest generalizacją dwustronnej wartości p do przestrzeni wielowymiarowej, stanowiąc jednocześnie miarę ‘typowości’ danej ścieżki skanowania (zob. Rys. 2 poniżej).



Rysunek 2. Trzy przykładowe ścieżki skanowania (A,B, i C) umiejscowione na mapie (dolny-prawy panel) utworzonej przez algorytm t-SNE, wraz z nałożoną na nią funkcją gęstości jej estymowanego rozkładu. Ścieżki A i B są do siebie podobne, więc leżą na mapie blisko siebie, a jednocześnie bardzo typowe, w związku z czym leżą w obszarze mapy o wysokiej gęstości, w odróżnieniu od nietypowej, i znacząco innej od nich, ścieżki C.

Cała procedura jest analogiczna do np. standaryzacji danych w tym sensie, że w obu przypadkach dokonujemy transformacji przyporządkowującej każdej obserwacji wartość opisującą to, jak bardzo odbiega ona od tego, co jest typowe dla danej populacji. W naszym przypadku, dzięki zastosowaniu technik z obszaru sztucznej inteligencji, możliwe jest dokonanie tego dla danych znacznie bardziej złożonych i wykraczających poza prostą skalę numeryczną, jakimi są sekwencje ruchów oczu. Każdej, pojedynczej ścieżce skanowania, możemy przypisać to, jak bardzo jest nietypowa, czy idiosynkratyczna, co – jak pokazujemy dalej – ma kluczowe znaczenie dla modelowania danych oraz dla potencjalnych zastosowań diagnostycznych.

Zgodnie z nakreśloną wcześniej motywacją płynącą z wcześniejszych badań, pierwszą hipotezą, jaką zbadaliśmy w powyższy sposób, było to, że ścieżki skanowania słów powinny być bardziej idiosynkratyczne wtedy, kiedy badani dysponują z góry większą wiedzą na temat rozważanej inwestycji. W celu jej przetestowania, podobnie jak we wcześniejszych badaniach, użyliśmy mieszanego modelu regresji, w którym każda decyzja stanowiła osobną obserwację, zmiennymi niezależnymi były warunki eksperymentalne, a zmienną zależną obliczony jak wyżej indeks idiosynkratyczności ścieżki skanowania słów. Okazało się, że poinformowanie osoby badanej z góry o tym, czy korekta stopy zwrotu inwestycji będzie dodatnia, czy ujemna, sprawiało, że pokazane jej następnie słowa czytała w sposób bardziej idiosynkratyczny niż wtedy, gdy o wartości korekty dowiadywała się dopiero po obejrzeniu słów. Inaczej mówiąc, zgodnie z hipotezą, lepiej poinformowane osoby przetwarzały kolejne informacje w bardziej specyficzny sposób.

Zgodnie ze wspomnianą literaturą dotyczącą przed-decyzyjnych zaburzeń w przetwarzaniu informacji, odnotowaliśmy też, że korekta miała większy wpływ na decyzję badanych wtedy, gdy byli oni o jej wartości poinformowani wcześniej (tzn. przed, a nie po obejrzeniu słów). Włączając do modelu indeks idiosynkrazji, okazało się jednak, że siła tego efektu była dodatnio skorelowana z idiosynkratycznością ścieżki skanowania słów. Sugeruje to, że sterowana w schemacie góra-dół specjalizacja procesów wyszukiwania informacji może być mechanizmem leżącym u podstaw błędów kognitywnych obserwowanych dotąd na poziomie behawioralnym, których istotą jest wpływ kolejności, z jaką otrzymujemy informacje na naszą ostateczną decyzję. Można tu zaliczyć zarówno wspomniane przed-decyzyjne zaburzenia w przetwarzaniu informacji, jak i np. znacznie szerzej znany efekt potwierdzenia ('confirmation bias', zob. Nickerson, 1998).

Jednocześnie, idiosynkrazje mogą być sygnaturą informacji, wiedzy i doświadczenia, które 'uruchamiają' powyższy proces specjalizacji w wyszukiwaniu kolejnych danych. To zaś otwiera interesującą możliwość, że idiosynkrazje mogą posłużyć jako markery diagnostyczne

w predykcji ekspertyzy czy wiedzy, jaką dysponuje dana osoba, na podstawie tego, w jaki sposób wyszukuje ona informacje przed podjęciem decyzji. Ściślej mówiąc, jeśli procesy selekcji informacji przez różnych ekspertów różnią się od siebie tak bardzo, że nie sposób powiedzieć, jakie są ich charakterystyczne wspólne cechy, to może właśnie po tym, jak bardzo nietypowa jest ścieżka skanowania, możemy rozpoznać eksperta? Wykorzystując dane z opisanego wyżej badania, w publikacji B zademonstrowaliśmy taką właśnie możliwość. Okazało się, że już na podstawie próbki złożonej z niewielkiej liczby ścieżek skanowania słów, biorąc pod uwagę to, jak idiosynkratyczne były ścieżki i jak bardzo różniły się od siebie, można było przewidzieć to, czy poprzedzała je informacja o korekcie zysku, czy też w momencie przeglądania słów była ona jeszcze nieznana. Co ważne, dokładność predykcji była istotnie lepsza, niż przy zastosowaniu standardowego markera behawioralnego, jakim jest czas reakcji, co zostało zweryfikowane poza próbą, na której pre-rejestrowany model służący do predykcji był wytrenowany ('out of sample cross-validation').

Potencjalne zastosowania takiej metody obejmują zróżnicowane sytuacje, w których chcemy 'wyłować' dobrze poinformowane osoby z reszty populacji, czy ocenić stopień 'nasycenia' informacją w danej grupie osób. Może tu chodzić zarówno o cenionych ekspertów, jak i o przypadki, gdzie posiadanie pewnych informacji jest czymś niepożądanym (np. w ocenie tego, czy ławnicy sądowi mieli dostęp do informacji medialnych o sprawie, lub tego, czy inwestorzy finansowi mieli dostęp do zastrzeżonych informacji o danym przedsiębiorstwie).

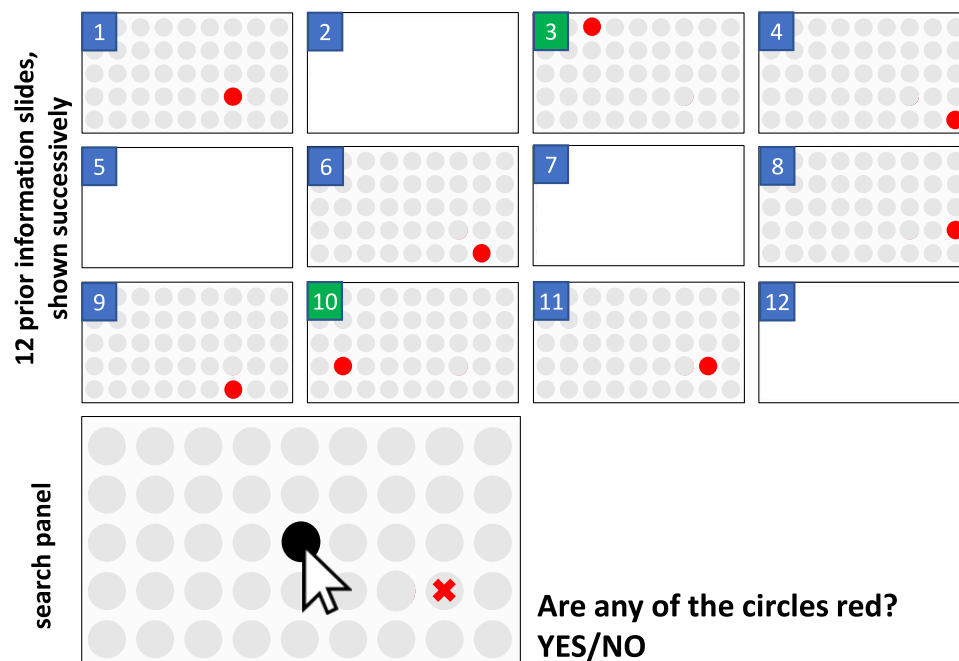
Rzecz jasna, zastosowania te wymagają przeprowadzenia dalszych badań. Problemem, który także wymaga uprzedniego przestudiowania, jest to, w jakich kontekstach decyzyjnych opisana tu relacja między wiedzą a idiosynkratycznością zachodzi, a w jakich nie. Przykładowo, gdy cenne informacje systematycznie pojawiają się w określonych miejscach, doświadczone osoby będą właśnie na nich skupiać swoją uwagę, co powinno skutkować tym, że staną się do siebie podobne bardziej – a nie mniej – niż osoby niedoświadczone. Przypisywanie osobom, które idiosynkratycznie szukają informacji większego doświadczenia wydaje się w takiej sytuacji nieuzasadnione. W ostatniej publikacji cyklu przetestowaliśmy jednak hipotezę, że nawet wówczas pewne aspekty procesu wyszukiwania informacji będą bardziej idiosynkratyczne u osób stosunkowo lepiej poinformowanych.

Król, Michał & Król, Magdalena Ewa (2022).

Great minds think alike? Spatial search processes can be more idiosyncratic when guided by more accurate information.

Cognitive Science, 46 (4), doi.org/10.1111/cogs.13132

Ostatnie z przedstawionych tu badań przeprowadzono online, za pośrednictwem platformy Prolific i bez wykorzystania okulografu. Proces wyszukiwania informacji przez badanych śledzony był jednak poprzez monitorowanie sekwencji kliknięć myszą ('mouse-tracking'). Badani mieli za zadanie znaleźć czerwone koło ukryte wśród wielu takich samych kształtów koloru czarnego, odkrywając kolejno kliknięciem wybrane przez siebie pola na planszy o wymiarach 5x9 (było to więc typowe zadanie typu 'spatial search', zob. np. Kerster et al., 2016). W połowie przypadków, na planszy nie było żadnego czerwonego koła a przed każdym wyszukiwaniem badani przeglądali sekwencję 12 kolejnych slajdów z podpowiedziami, gdzie najlepiej szukać (zob. rysunek poniżej). Eksperyment polegał na manipulacji ilością i jakością informacji otrzymywanych w ten sposób przez badanych. Ilość informacji była większa, gdy mniej spośród slajdów było pustych (zob. slajdy nr 2, 5, 7, i 12 na rysunku). Z kolei jakość informacji była wyższa, gdy przykładowe lokalizacje czerwonego koła przedstawione na slajdach z podpowiedziami w większym stopniu pokrywały się z jego faktycznym położeniem (tzn., wariancja rozkładu przestrzennego, z którego pochodziły tak podpowiedzi, jak i faktyczne położenie czerwonego koła, była mniejsza).



Rysunek 3. Ilustracja zadania eksperymentalnego. Interakcja z panelem wyszukiwania (u dołu) poprzedzona była sekwencją dwunastu slajdów-podpowiedzi. W tym przykładzie, czerwone koło znajdowało się w miejscu oznaczonym czerwonym krzyżykiem. Badany kliknął jednak inne pole, które odsłania się w konsekwencji jako czarne.

Naszym celem było zbadanie, w jaki sposób ilość i jakość otrzymanych wcześniej informacji (podpowiedzi) wpływa na idiosynkratyczność sekwencji kliknięć w panelu wyszukiwania. Należało się tu spodziewać, że otrzymanie dużej liczby precyzyjnych wskazówek sprawi, że badani będą patrzeć we wskazane miejsce, a więc ich ścieżki wyszukiwania będą podobne do siebie – a przez to mało idiosynkratyczne. Postawiliśmy jednak hipotezę, że kształt ścieżki i jej rozkład w czasie – abstrahując od jej lokalizacji na planszy – będą w dalszym ciągu bardziej idiosynkratyczne u lepiej poinformowanych osób. By dokonać niezbędnych dla przetestowania tej hipotezy pomiarów, dokonaliśmy niewielkiej (pre-rejestrowanej) modyfikacji opisanej wcześniej procedury pomiaru idiosynkratyczności ruchów oczu. Każda ścieżka wyszukiwania (sekwencja kliknięć) została podzielona na mniejsze odcinki, a współrzędne kliknięć wchodzących w skład każdego z nich zostały zakodowane względem mediany przestrzennej ('średniej lokalizacji') danego odcinka. Tym samym, przykładowo – kliknięcie kolejno pierwszego, drugiego, i trzeciego pola w czwartym rzędzie planszy zostałoby zakodowane tak samo, jak kliknięcie kolejno piątego, szóstego, i siódmego pola w rzędzie pierwszym. Liczył się bowiem tylko kształt danego odcinka ścieżki i kolejność kliknięć, a nie to, w jakiej części planszy znajduje się dany odcinek. Dopiero tak zakodowane sekwencje kliknięć poddaliśmy standardowej, opisanej wcześniej analizie, każdej ścieżce wyszukiwania przyporządkowując średni indeks idiosynkratyczności wchodzących w jej skład mniejszych odcinków.

Mierzona w taki sposób idiosynkratyczność ścieżek wyszukiwania – wyrażająca ich kształt i kolejność kliknięć, a nie ogólne umiejscowienie na planszy – okazała się tym wyższa, im więcej podpowiedzi otrzymali badani, i im były one dokładniejsze. Było to w dużej mierze spowodowane tym, że osoby, które w danym przypadku zostały gorzej poinformowane miały tendencję do metodycznego przeczesywania planszy z wykorzystaniem typowych sekwencji, takich jak odkrywanie pól położonych kolejno od lewej do prawej. Z kolei osoby, które zostały lepiej poinformowane, w większym stopniu skupiały swoje wysiłki na konkretnej części planszy, jednak kształt ich ścieżek wyszukiwania był bardziej specyficzny, w zależności od ich indywidualnej interpretacji otrzymanych wskazówek.

Choć już wcześniejsze badania pokazały, że otrzymane uprzednio informacje mają wpływ na kształt ścieżek wyszukiwania (np. Geng & Behrmann, 2005; Talcott & Gaspelin, 2020), po raz pierwszy zbadano tu wpływ informacji na ogólne zróżnicowanie i idiosynkratyczność ścieżek, a nie ich konkretne cechy. Wyniki są też istotne w bardziej ogólnym kontekście przedstawionym w tym referacie. Po pierwsze, pokazują one, że nasze obserwacje mogą generalizować się poza obszar analizy ruchów oczu na inne rodzaje aktywności poprzedzające podjęcie przez nas decyzji. Ponadto, wiele heurystyk i obciążeń poznawczych znanych ekonomii behawioralnej, takich jak np. 'kaskady informacyjne' (zob. L. R. Anderson & Holt, 1997; Kuran & Sunstein, 1998) wynika z faktu, że mając niekompletne informacje w sytuacji wyboru, uciekamy się do naśladowania innych (np. kupując ten wariant poszukiwanego przez

nas produktu, który sklep internetowy przedstawia nam jako ‘popularny’ i polecany przez innych). Również w sytuacji poszukiwania cennych zasobów lub informacji, nasza uwaga przenosi i skupia się tam, gdzie szukają i patrzą inne osoby (Sun et al., 2017; Sweeny & Whitney, 2014). Powyższe wyniki pokazują jednak, że naśladowanie innych nie tylko *czasem* nie sprawdza się (jak w przypadku baniek spekulacyjnych), lecz także – w pewnego typu sytuacjach – może *systematycznie* sprowadzać nas na manowce. W sytuacji wyszukiwania przestrzennego, może być tak, że pożądane przez nas zasoby są skupione w więcej niż jednym miejscu, a różne osoby mają różne – choć równie dobre – informacje co do tego, gdzie szukać. Rezultaty opisanego tu badania sugerują, że w takim wypadku właściwym byłoby podążanie śladem tych osób, których trajektorie wyszukiwania (abstrahując od ich lokalizacji) są idiosynkratyczne, a nie tych, które szukają w sposób podobny do siebie. W takiej jak tu sytuacji, jeżeli wiele osób niezależnie od siebie postępuje podobnie, nie oznacza to, że wiedzą coś, czego my nie wiemy, lecz wręcz przeciwnie, że są relatywnie źle poinformowane.

Podsumowując, i wybiegając w stronę przyszłych badań, przedstawione w opisanym tu cyklu wyniki sugerują, że idiosynkratyczność przed-decyzyjnych procesów wyszukiwania informacji nie tylko nie musi być źródłem szumu utrudniającego ich badanie, co wręcz może stanowić niezwykle cenne źródło informacji i być sama w sobie narzędziem i przedmiotem badania. Szczególnie obiecujący wydaje się potencjalny związek między opartą na doświadczeniu optymalizacją – w schemacie góra dół – procesów wyszukiwania, a ich idiosynkratycznością. Ogromnym i aktualnym problemem w analizie aktywności użytkowników internetu i mediów społecznościowych jest kwestia jakości danych i skutecznego filtrowania ‘big data’ (Cai & Zhu, 2015). Dla skutecznej analizy sentymentu członków danej populacji i predykcji ich preferencji, niezbędne jest oddzielenie tych spośród zebranych opinii, które są produktem głębokiego, opartego na doświadczeniu i wiedzy przetwarzania, od tych, które są nieprzemyślane, powielają opinie innych, lub wręcz są wytworzone przez boty internetowe. Dotyczy to zarówno analiz dla celów komercyjnych czy politycznych, filtrowania danych przez wyszukiwarki internetowe, jak i samych badań naukowych prowadzonych online, gdzie narastającym problemem jest wykonywanie zadań eksperymentalnych przez boty lub przez nisko zmotywowane osoby w zautomatyzowany i nieprzemyślany sposób (Agley et al., 2022). W świetle tego, interesującym kierunkiem przyszłych badań wydaje się wykorzystanie opracowanej tu metody pomiaru idiosynkratyczności do analizy aktywności użytkowników internetu. Początkowo, może to być np. zbadanie interakcji między idiosynkratycznością sekwencji słów, kliknięć, ‘polubień’, itp. a wyrażonym przez nią sentymentem w modelu przewidującym późniejszą sprzedaż produktu, czy wynik wyborów prezydenckich lub meczu piłkarskiego (tradycyjne zastosowania technik typu ‘crowdsourcing’, zob. np. Lang et al., 2016). Być może w dłuższym okresie, zastosowanie idiosynkratyczności jako źródła informacji doprowadzi zarówno do lepszego zrozumienia przez nas procesów podejmowania decyzji, jak i do samego podejmowania ich w bardziej efektywny sposób.

Literatura cytowana

- Agley, J., Xiao, Y., Nolan, R., & Golzarri-Arroyo, L. (2022). Quality control questions on Amazon's Mechanical Turk (MTurk): A randomized trial of impact on the USAUDIT, PHQ-9, and GAD-7. *Behavior Research Methods*, 54(2), 885–897.
<https://doi.org/10.3758/s13428-021-01665-8>
- Alves, H., Koch, A., & Unkelbach, C. (2017). Why Good Is More Alike Than Bad: Processing Implications. *Trends in Cognitive Sciences*, 21(2), 69–79.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.12.006>
- Anderson, L. R., & Holt, C. A. (1997). Information Cascades in the Laboratory. *The American Economic Review*, 87(5), 847–862. JSTOR.
- Anderson, N. C., Anderson, F., Kingstone, A., & Bischof, W. F. (2015). A comparison of scanpath comparison methods. *Behavior Research Methods*, 47(4), 1377–1392.
<https://doi.org/10.3758/s13428-014-0550-3>
- Ashby, N. J. S., Johnson, J. G., Krajbich, I., & Wedel, M. (2016). Applications and innovations of eye-movement research in judgment and decision making. *Journal of Behavioral Decision Making*, 29(2–3), 96–102. <https://doi.org/10.1002/bdm.1956>
- Borji, A., & Itti, L. (2014). Defending Yarbus: Eye movements reveal observers' task. *Journal of Vision*, 14(3), 29–29. <https://doi.org/10.1167/14.3.29>
- Cai, L., & Zhu, Y. (2015). The Challenges of Data Quality and Data Quality Assessment in the Big Data Era. *Data Science Journal*, 14(0), 2. <https://doi.org/10.5334/dsj-2015-002>
- Chen, H., De, P., Hu, Y. (Jeffrey), & Hwang, B.-H. (2014). Wisdom of Crowds: The Value of Stock Opinions Transmitted Through Social Media. *The Review of Financial Studies*, 27(5), 1367–1403. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhu001>

- Cristino, F., Mathôt, S., Theeuwes, J., & Gilchrist, I. D. (2010). ScanMatch: A novel method for comparing fixation sequences. *Behavior Research Methods*, 42(3), 692–700.
<https://doi.org/10.3758/BRM.42.3.692>
- DeKay, M. L. (2015). Predecisional Information Distortion and the Self-Fulfilling Prophecy of Early Preferences in Choice. *Current Directions in Psychological Science*, 24(5), 405–411. <https://doi.org/10.1177/0963721415587876>
- Fama, E. F., & French, K. R. (2010). Luck versus Skill in the Cross-Section of Mutual Fund Returns. *The Journal of Finance*, 65(5), 1915–1947. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2010.01598.x>
- Frederick, S. (2005). Cognitive Reflection and Decision Making. *Journal of Economic Perspectives*, 19(4), 25–42. <https://doi.org/10.1257/089533005775196732>
- Frydman, C., Barberis, N., Camerer, C., Bossaerts, P., & Rangel, A. (2014). Using Neural Data to Test a Theory of Investor Behavior: An Application to Realization Utility. *The Journal of Finance*, 69(2), 907–946. <https://doi.org/10.1111/jofi.12126>
- Geng, J. J., & Behrmann, M. (2005). Spatial probability as an attentional cue in visual search. *Perception & Psychophysics*, 67(7), 1252–1268. <https://doi.org/10.3758/BF03193557>
- Greene, M. R., Liu, T., & Wolfe, J. M. (2012). Reconsidering Yarbus: A failure to predict observers' task from eye movement patterns. *Vision Research*, 62, 1–8.
<https://doi.org/10.1016/j.visres.2012.03.019>
- Jarodzka, H., Scheiter, K., Gerjets, P., & van Gog, T. (2010). In the eyes of the beholder: How experts and novices interpret dynamic stimuli. *Learning and Instruction*, 20(2), 146–154. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.02.019>
- Kerster, B. E., Rhodes, T., & Kello, C. T. (2016). Spatial memory in foraging games. *Cognition*, 148, 85–96. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2015.12.015>

- Kuran, T., & Sunstein, C. R. (1998). Availability Cascades and Risk Regulation. *Stanford Law Review*, 51(4), 683–768.
- Lang, M., Bharadwaj, N., & Di Benedetto, C. A. (2016). How crowdsourcing improves prediction of market-oriented outcomes. *Journal of Business Research*, 69(10), 4168–4176. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.03.020>
- Lempert, K. M., Glimcher, P. W., & Phelps, E. A. (2015). Emotional arousal and discount rate in intertemporal choice are reference dependent. *Journal of Experimental Psychology: General*, 144(2), 366–373. <https://doi.org/10.1037/xge0000047>
- Loughran, T., & McDonald, B. (2011). When is a Liability not a Liability? Textual Analysis, Distortions, and 10-Ks. *Journal of Finance*, 66(1), 35–65. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2010.01625.x>
- Nickerson, R. S. (1998). Confirmation Bias: A Ubiquitous Phenomenon in Many Guises. *Review of General Psychology*, 2(2), 175–220. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.2.2.175>
- Noton, D., & Stark, L. (1971). Scanpaths in saccadic eye movements while viewing and recognizing patterns. *Vision Research*, 11(9), 929–938. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(71\)90213-6](https://doi.org/10.1016/0042-6989(71)90213-6)
- Orquin, J. L., Bagger, M. P., & Loose, S. M. (2013). Learning affects top down and bottom up modulation of eye movements in decision making. *Judgment and Decision Making*, 8(6), 17.
- Pantelis, P. C., & Kennedy, D. P. (2017). Autism does not limit strategic thinking in the “beauty contest” game. *Cognition*, 160, 91–97. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2016.12.015>

- Peterson, M. F., & Eckstein, M. P. (2013). Individual Differences in Eye Movements During Face Identification Reflect Observer-Specific Optimal Points of Fixation. *Psychological Science*, 24(7), 1216–1225. <https://doi.org/10.1177/0956797612471684>
- Polonio, L., Di Guida, S., & Coricelli, G. (2015). Strategic sophistication and attention in games: An eye-tracking study. *Games and Economic Behavior*, 94, 80–96. <https://doi.org/10.1016/j.geb.2015.09.003>
- Poynter, W., Barber, M., Inman, J., & Wiggins, C. (2013). Individuals exhibit idiosyncratic eye-movement behavior profiles across tasks. *Vision Research*, 89, 32–38. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2013.07.002>
- Ramos, J. (2003). Using tf-idf to determine word relevance in document queries. *Proceedings of the First Instructional Conference on Machine Learning*, 242, 133–142.
- Richstone, L., Schwartz, M. J., Seideman, C., Cadeddu, J., Marshall, S., & Kavoussi, L. R. (2010). Eye Metrics as an Objective Assessment of Surgical Skill. *Annals of Surgery*, 252(1), 177–182. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3181e464fb>
- Schulte-Mecklenbeck, M., Johnson, J. G., Böckenholt, U., Goldstein, D. G., Russo, J. E., Sullivan, N. J., & Willemsen, M. C. (2017). Process-Tracing Methods in Decision Making: On Growing Up in the 70s. *Current Directions in Psychological Science*, 26(5), 442–450. <https://doi.org/10.1177/0963721417708229>
- Sun, Z., Yu, W., Zhou, J., & Shen, M. (2017). Perceiving crowd attention: Gaze following in human crowds with conflicting cues. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 79(4), 1039–1049. <https://doi.org/10.3758/s13414-017-1303-z>
- Sweeny, T. D., & Whitney, D. (2014). Perceiving crowd attention: Ensemble perception of a crowd's gaze. *Psychological Science*, 25(10), 1903–1913. <https://doi.org/10.1177/0956797614544510>

Talcott, T. N., & Gaspelin, N. (2020). Prior target locations attract overt attention during search. *Cognition*, 201, 104282. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2020.104282>

van der Maaten, L., & Hinton, G. (2008). Visualizing Data using t-SNE. *Journal of Machine Learning Research*, 9(Nov), 2579–2605.

Wolfram Research. (2019). *Mathematica, Version 12.0* (12.0). Wolfram Research Inc.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Prowadziłem pracę naukową w dwóch instytucjach zagranicznych w dwóch krajach:

- I. W 2008r. podjąłem studia doktoranckie w School of Social Sciences na University of Manchester w Wielkiej Brytanii, które ukończyłem w 2011 roku, broniąc pracę doktorską o tytule: „Game-Theoretic Modelling of Oligopolistic Competition under Uncertainty” (‘Modelowanie Konkurencji Oligopolistycznej za pomocą Teorii Gier’). Na tej samej uczelni podjąłem następnie pracę jako wykładowca (Lecturer / Assistant Professor in Economics; ‘tenure’ / umowa na czas nieokreślony przyznana w 2015r.
- II. W 2020 roku, ze względów rodzinnych i merytorycznych (zmiana obszaru badań), zrezygnowałem z powyższej posady, by podjąć zatrudnienie jako pracownik naukowy (research fellow) na Universitetet i Agder w Norwegii.

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.

W zakresie pracy z doktorantami, występowałem w roli promotora pomocniczego doktoratów:

- Krzysztofa Brzezińskiego (‘[Essays on Effects of Uncertainty on Competition among Firms and Political Parties](#)’, obronionego na University of Manchester w 2016r., promotor główny Prof. Horst Zank)
- Kamila Fuławki (‘Wrażliwość na zmiany prawdopodobieństwa w decyzjach ryzykownych: rola kontekstu i zdolności numerycznych’, Uniwersytet SWPS, obronionego w 2020r., promotor główny Prof. Thorsten Pachur).

Uczestniczyłem również w prowadzeniu i ocenie prac magisterskich na University of Manchester oraz w ocenie prac doktorskich na innych uczelniach w Wielkiej Brytanii jako 'external examiner'.

Na University of Manchester prowadziłem liczne kursy z zakresu ekonomii na poziomie licencjackim i magisterskim (m.in. Mathematical Finance, Business Economics, i Managerial Economics), których najważniejszym wspólnym mianownikiem było podejmowanie decyzji przez konsumentów i osoby zarządzające przedsiębiorstwami. Co roku uczyłem kilkuset studentów, a otrzymane przeze mnie wyniki ewaluacji studenckich mieściły się w górnych 20-10% otrzymanych przez kolegów z wydziału. Otrzymałem również od uniwersytetu nagrody za osiągnięcia dydaktyczne ('Best on Blackboard' award 2013 i 2014). Pełniłem także funkcję kierownika specjalizacji / pod-kierunku studiów (BAEcon Business Studies Pathway Director) i udzielałem wsparcia studentom jako Senior Programme Tutor. Aktualnie prowadzę na Uniwersytecie i Agder w Norwegii zajęcia na poziomie licencjackim (w języku angielskim) poświęcone psychologii zachowań konsumentów.

Jeśli chodzi o osiągnięcia organizacyjne, byłem członkiem komitetów naukowych i organizacyjnych konferencji międzynarodowych organizowanych przez Network of Industrial Economics, Society for the Advancement of Behavioral Economics oraz International Association for Research in Economic Psychology, a także kilkakrotnie głównym organizatorem warsztatów przeznaczonych dla młodych naukowców ('early-career workshops') pod patronatem tej ostatniej organizacji w latach 2020-22.

W zakresie popularyzacji nauki, przez kilka lat uczestniczyłem w prowadzeniu poza-programowych spotkań na University of Manchester, na których omawiano w przystępny sposób zagadnienia spoza podstawowego curriculum, m.in. z zakresu psychologii i ekonomii behawioralnej. Brałem też udział w przygotowaniu prezentacji poświęconych percepcji wzrokowej człowieka, prezentowanych w trakcie wydarzeń popularyzujących naukę przeznaczonych dla lokalnej społeczności w regionie Agder w Norwegii.

7. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej.

W latach 2020-22 byłem członkiem komitetu redakcyjnego czasopisma Judgment and Decision Making. Posiadam oficjalną brytyjską kwalifikację do zawodu wykładowcy uniwersyteckiego: [Fellow of the UK Higher Education Academy](#).

..... Michał Król
(podpis wnioskodawcy)