

Zeszyt abstraktów

16. Poznańskie Forum Kognitywistyczne

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza
w Poznaniu

12–13 czerwca 2021

Organizatorzy:

Łukasz Abramowicz
Julia Augustyniak
Karol Barton
Aleksandra Białas
Zofia Bronikowska
Aleksandra Czyż
Olga Danilewicz
dr Andrzej Gajda
Amelia Gronowska
dr inż. Marcin Jukiewicz
Karolina Kowalczyk
Zuzanna Kurowska
Kinga Ordecka
Wojtek Pachowiak
Jakub Partyka
Magdalena Pietruch
Dawid Ratajczyk
Bartek Swędrowski
Radosław Trepanowski
Aleksandra Wasielewska
Julia Wojtałuk

Recenzenci merytoryczni:

dr Andrzej Gajda
dr inż. Marcin Jukiewicz
prof. UAM dr hab. Marek Kowalczyk
prof. dr hab. Piotr Krutki
Agata Tomczyk
Radosław Trepanowski
Aleksandra Wasielewska
dr Michał Wyrwa

Recenzenci językowi:

Aleksandra Białas
Amelia Gronowska
Maria Mucha
Magdalena Pietruch
Bartek Swędrowski
Robert Szymański

**Opracowanie i skład
w systemie L^AT_EX:**

Kinga Ordecka
Wojciech Pachowiak
Jakub Partyka
Agata Tomczyk

Patronat

Wydział Psychologii i Kognitywistyki UAM
Stowarzyszenie Studentów i Absolwentów Kognitywistyki UAM

Spis treści

Wykłady plenarne	3
Dylematy epistemologii zawiasowej <i>prof. dr hab. Adam Grobler</i>	4
Dlaczego kognitywistę warto zachęcić do ontologii (tj. ontologia jako element podstawy nauk kognitywnych) <i>prof. UŁ dr hab. Janusz Kaczmarek</i>	6
Human social cognition in the age of human-robot interaction <i>Serena Marchesi</i>	9
Interfejsy mózg-komputer i sztuczna inteligencja – przykłady zastosowań w rozwoju biomarkerów demencji, badaniu kreatywności i neurofeedbacku <i>dr Tomasz Rutkowski</i>	10
Wystąpienia	11
Grywalizacja, <i>crowdsourcing</i> , nauka i...UX. Projekt użytecznego i angażującego interfejsu dla <i>Question Responses Generation System</i> <i>Barbara Adamska</i>	12
Psychedelics – harmful or healing drugs? <i>Iga Adamska</i>	15
Czym jest behawioralny układ odpornościowy i jak pozwala nam zrozumieć zachowanie ludzi w trakcie pandemii? <i>Jakub Cacek, Agnieszka Kuhny, Piotr Litwin</i>	18
Substytucja sensoryczna i modalność krzyżowa zmysłów <i>Karolina Czarnecka, Daniel Maj, Katarzyna Rajtor, Kamila Wojtak</i>	22

Biologiczny <i>cabl management</i> – wpływ kosztów energetycznych transmisji informacji na centralizację układu nerwowego <i>in silico</i>	
<i>Jakub Dakowski</i>	26
Od prawdy dzieli Cię tylko kliknięcie – asystent dowodzenia <i>Larch</i>	
<i>Jakub Dakowski, Barbara Adamska, Robert Szymański</i>	29
Co jest kluczowe by zrozumieć rozumienie emocji?	
<i>Krzysztof Macheta</i>	32
Wykorzystanie algorytmów sztucznej inteligencji do opracowania sposobu analizowania obrazów fMRI bez ich uprzedniej normalizacji	
<i>Weronika Skowrońska</i>	35
Zdolność do „nie-działania” – wolna wola z perspektywy zależności	
<i>Filip Stawski</i>	38
„I usłyszał głos...” – testowanie predykcyjnego wykrywania agentów w modalności słuchowej	
<i>Piotr Szymanek</i>	40
Społeczny wymiar afordancji w praktyce badawczej	
<i>Mateusz Tofilski</i>	43

Wykłady plenarne

Dylematy epistemologii zawiasowej

prof. dr hab. Adam Grobler
Uniwersytet Opolski
agrobler@uni.opole.pl

Epistemologia zawiasowa (*hinge epistemology*) nawiązuje do Wittgensteina „pytania, jakie stawiamy, oraz nasze wątpliwości, opierają się na tym, że pewne zdania wątpliwościom nie podlegają, są niejako zawiasami, na których tamte się obracają” (Wittgenstein, 1969). Współczesne interpretacje i twórcze rozwinięcia (Coliva; Pritchard; Williams; Wright) antysceptycznej strategii Wittgensteina są w kilku kwestiach rozbieżne. Sporny jest status poznawczy zawiasów lub presupozycji. Czy są one składnikami wiedzy, a jeżeli tak, to czy ich uzasadnienie należy pojmować w duchu eksternalizmu (Williams), czy internalizmu (Wright), który nie jest wystarczający i wymaga połączenia z dyzjunkcjonizmem (Pritchard)? Jeżeli nie są one uzasadnione, a tym samym nie są składnikami wiedzy, to czy można je akceptować (co nie znaczy: dawać wiarę, *believe*) na zasadzie uprawnienia (*entitlement*; Wright), czy należy je przyjmować tylko jako niezbędne założenia (Coliva)? Czy zawiasami są tylko zdania najogólniejsze w rodzaju „świat zewnętrzny istnieje” (Coliva), czy mogą nimi być również zdania bardziej szczegółowe? Jeżeli zawiasy w ogóle są zdaniami w sensie logicznym, to mogą one być prawdziwe lub fałszywe w sensie klasycznym (Williams) czy antyrealistycznym (Coliva)? Czy sama epistemologia zawiasowa ma uzasadnienie wyłącznie pragmatyczne, czy epistemiczne?

W ramach mojej sandwiczowej teorii wiedzy, którą można uznać za pewien wariant epistemologii zawiasowej, proponuję następujące rozstrzygnięcia. Z uwagi na społeczny charakter poznania, ani eksternalizm, ani internalizm + dyzjunkcjonizm nie dają środków wystarczających do uzasadnienia presupozycji/zawiasów. Toteż presupozycje/zawiasy nie są składnikami wiedzy, lecz (często milczącymi) założeniami przyjmowanymi na zasadzie klauzuli *ceteris paribus*. Tym samym należą do nich nie tylko zdania najogólniejsze, ale również zdania bardziej szczegółowe i są one rewidowalne pod naciskiem potrzeb poznawczych. Ich prawdziwość można pojmować jako zrelatywizowaną do kontekstu wyznaczonego przez zawiasy i potrzeby poznawcze, analogicznie do prawdziwości względem aparatury

pojęciowej w sensie Ajdukiewicza. Ta analogia umożliwia wprowadzenie pojęcia prawdy jako idei regulatywnej (Kant, Popper), co pozwala oddalić groźbę relatywizmu. Ponadto sama epistemologia zawiasowa uzyskuje uzasadnienie, które mimo jego zabarwienia pragmatycznego (uwzględnienie potrzeb poznawczych) ma też wymiar epistemiczny.

Bibliografia

- Ajdukiewicz, K. [1960]. *Obraz świata i aparatura pojęciowa*. W: *Język i poznanie*, tom 1. PWN, Warszawa.
- Coliva, A. [2015]. *Extended Rationality. A Hinge Epistemology*. Palgrave, London.
- Grobler, A. [2019]. *Epistemologia. Sandwiczowa teoria wiedzy*. Universitas, Kraków.
- Popper, K. R. [1999]. *Droga do wiedzy. Domysły i refutacje*. PWN, Warszawa.
- Pritchard, D. [2015]. *Epistemic Angst: Radical Skepticism and the Groundlessness of Our Believing*. Princeton University Press.
- Williams, M. [1992]. *Unnatural Doubts*. Princeton University Press.
- Wittgenstein, L. [1969]. *O pewności*. Tłum. B. Chwedeńczuk, Aletheia, Warszawa, 2001.
- Wright, C. [2004]. Warrant for Nothing (and Foundations for Free)? *Aristotelian Society Supplementary Volume*, 78(1):167–212.

Dlaczego kognitywistę warto zachęcić do ontologii (tj. ontologia jako element podstawy nauk kognitywnych)

prof. UŁ dr hab. Janusz Kaczmarek
Uniwersytet Łódzki
Katedra Logiki i Metodologii Nauk
janusz.kaczmarek@uni.lodz.pl

Kognitywistykę określa się jako „studium inteligencji i systemów inteligentnych, ze szczególnym odniesieniem do zachowania inteligentnego jako procesu dającego się obliczyć” (por. Thagard, 2020). Klawiter traktuje kognitywistykę jako naukę multidyscyplinarną i wskazuje na trzy elementy kolejno nadbudowane nad sobą (Klawiter, 2004, s. 119):

- a) fundament – w którym znajdują się logika, filozofia, psychologia, biologia i informatyka,
- b) bazę – z językoznawstwem kognitywnym, neuronauką i sztuczną inteligencją oraz
- c) poziom podstawowy, którym jest kognitywistyka (w sensie właściwym).

W ramach fundamentu akcentuje się filozofię, choć podkreśla się, że kognitywistyce „najbliżej” do epistemologii i filozofii języka. Będę więc starał się pokazać, że warto zwrócić uwagę na drugą (obok epistemologii) dziedzinę teoretyczną filozofii tj. na ontologię (metafizykę).

Przedstawię szkice dwóch ontologii: N. Hartmanna i L. Wittgensteina (dokładniej: Wittgensteina i Russella).

1. Hartmann zaproponował ontologię bytu realnego opartą na teorii czterech warstw: materialnej, organicznej, psychicznej i rozumowowolitywnej. Traktując te warstwy kolejno jako najniższa do coraz wyższej, Hartmann zauważa, że w świecie realnym istnieją byty jednowarstwowe (skała – złożona tylko z warstwy materialnej), dwuwarstwowe (ta oto sosna – złożona z warstwy materialnej i organicznej), trójwarstwowe (ten oto pies Dżok – złożony z warstwy materialnej,

organicznej i psychicznej) oraz czterowarstwowe (Sokrates – złożone ponadto z warstwy rozumowo-wolitywnej). Jego ontologia pokazuje, że nie możemy mówić o bytach realnych, które posiadają pewną warstwę wyższą, a nie posiadają którejś niższej (np. byt organiczny bez materii – takie byty, posiadające pewną warstwę, a nie posiadające warstwy niższej, nazwiemy bytami z luką). Spróbuję pokazać, dlaczego, dla kognitywistyki, wnioski z ontologii Hartmanna są ważne.

Jeden z wniosków: Modelując świat realny budujemy go z przedmiotów rozumianych jako byty realne tj. „byty bez luk”.

2. Wittgenstein w swym *Traktacie* przedstawił rezultaty badań jego i Russella, które znamy jako ontologię (filozofię) atomizmu logicznego. Inaczej niż u Arystotelesa, Wittgenstein proponuje rozumieć świat (także jego fragmenty) jako układ (splot) odpowiednich atomowych stanów rzeczy czy faktów. Ponieważ owe stany rzeczy możemy łączyć w różne konfiguracje, to pojawia się specyficzne (wittgensteinowskie a zarazem logiczne) rozumienie światów możliwych. Spróbuję pokazać, dlaczego wnioski z ontologii światów możliwych w ujęciu Wittgensteina są dla kognitywistyki ważne.

Jeden z wniosków: Świat możliwy jest układem wszystkich zgodnych między sobą sytuacji elementarnych. Dwa różne światy możliwe zawierają sytuacje niezgodne między sobą.

W obu powyższych przypadkach będę przekonywał, że brak odniesienia do jednej czy drugiej ontologii rodzi wątpliwości co do badań nauk kognitywnych.

Bibliografia

- Hartmann, N. [1955]. *Neue Ontologie in Deutschland*. Kleinere Schriften, Bd. I., Abhandlungen zur systematischen Philosophie, Berlin. [Wyd. I, 1946, Istambul]; wyd. pol. [w:] W. Stróżewski (1987, red.), *Od Husserla do Levinasa. Wybór tekstów z ontologii fenomenologicznej*, tłum. W. Galewicz, Wyd. UJ Instytut Filozofii, Skrypty uczelniane, nr 556, s. 259–299.
- Kaczmarek, J. [2017]. Czy ontologia może być podstawą dla kognitywistyki? *Przegląd Filozoficzny. Nowa Seria*, 1(101):173–184.
- Kaczmarek, J. [2019]. Ontology in Tractatus Logico-Philosophicus: A Topological Approach. W: G. Mras, P. Weigertner, B. Ritter (red.), *Philosophy of Logic and Mathematics*, 245–262. De Gruyter.
- Klawiter, A. [2004]. Powab i moc wyjaśniająca kognitywistyki. *Nauka*, 3:101–120.
- Thagard, P. [2020]. Cognitive Science. W: E. N. Zalta (red.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Metaphysics Research Lab, Stanford University, Winter 2020 wyd.
- Wittgenstein, L. [1997]. *Tractatus Logico-Philosophicus*. BKF, PWN, Warszawa.
- Wolniewicz, B. [1985]. *Ontologia sytuacji*. PWN, Warszawa.

Human social cognition in the age of human-robot interaction

Serena Marchesi
Istituto Italiano di Tecnologia
serena.marchesi@iit.it

The influence of artificial agents on our lives is continuously changing. The presence of artificial agents will be more pervasive, leaving the open question on whether humans will perceive these agents as social partners. Hence, a novel challenge arises in understanding whether humans, when interacting with these new entities, will deploy socio-cognitive mechanisms that are similar to the ones involved in human-human interaction. Recently, this question has been investigated in the context of the intentional stance, a philosophical concept developed by Daniel Dennett. In my talk I will focus on how neuroscience and cognitive psychology provide excellent methodological tools to investigate human-robot interaction (HRI). Eventually, I will discuss how recent evidence from cognitive neuroscience shows that humans spontaneously adopt an intentional stance towards other human and non-human agents and what these results tell us about human social cognition.

Interfejsy mózg-komputer i sztuczna inteligencja – przykłady zastosowań w rozwoju biomarkerów demencji, badaniu kreatywności i neurofeedbacku

dr Tomasz Rutkowski
RIKEN AIP, Tokio, Japonia
tomasz.rutkowski@riken.jp

Wykład wprowadzi w zagadnienia praktycznego zastosowania uczenia maszynowego (*machine learning*; ML) w tak zwanej domenie „sztucznej inteligencji dla dobra społecznego”, jakie nasza grupa prowadzi w RIKEN Center for Advanced Intelligence Project (AIP) w Tokio, Japonia. Omawiane zagadnienia w szczególności dotyczyć będą problemów słabości poznawczej osób starszych i prognozowania potencjalnej demencji za pomocą aplikacji neuro-technologicznych oraz monitorowania dynamiki mowy podczas swobodnych konwersacji osób w podeszłym wieku. Omówimy również inicjatywę Społeczeństwa 5.0, sformułowaną przez Rząd Japonii. Społeczeństwo 5.0 skoncentrowane jest na człowieku i równoważy postęp gospodarczy z rozwiązywaniem problemów społecznych poprzez system, który silnie integruje cyberprzestrzeń i przestrzeń fizyczną. W pierwszej części wykładu zostaną przedstawione aplikacje interfejs mózg/maszyna-komputer (*brain-computer/machine interface*; BCI/BMI) opracowane przez naszą grupę przy użyciu metod zapisu EEG i fNIRS. Wizualne, słuchowe i dotykowe paradygmaty BCI/BMI zostaną omówione wraz z ich zastosowaniami w środowiskach wirtualnej lub rozszerzonej rzeczywistości (VR/AR) do badań kognitywistycznych. Omawiane konfiguracje eksperymentalne będą koncentrować się nad badaniami kreatywności, koncentracji lub snu, a głównie na rozwoju cyfrowych biomarkerów do wyjaśniania postępu demencji. Zaprezentujemy również szereg nowych wyników wykorzystujących sztuczną inteligencję do przetwarzania EEG/fNIRS, stosując klasyczne metody płytkiego i głębokiego uczenia maszynowego w zastosowaniu do automatycznej dyskryminacji normalnego poznania w porównaniu z łagodnymi zaburzeniami poznawczym (*mild cognitive impairment*; MCI) oraz kreatywności. Podsumujemy wykład przykładami przyszłych kierunków badawczych w domenach cyfrowej-farmacji czy terapii „poza pigułką” z zastosowaniem neurotechnologii do terapii kognitywnej.

Wystąpienia

Grywalizacja, *crowdsourcing*, nauka i... UX. Projekt użytecznego i angażującego interfejsu dla *Question Responses Generation System*

Barbara Adamska

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

barada6@st.amu.edu.pl

Tło Zbieranie i anotacja dużych ilości danych językowych niezbędnych do tworzenia korpusów językowych wciąż stanowi znaczący problem. Pozy-skiwanie i odpowiednie przygotowanie zasobów jest czasochłonne, wymaga wysiłku anotatorskiego i wielokrotnego sprawdzania odpowiedzi pomiędzy sędziami. Zasadnym wydaje się więc poszukiwanie nowych, szybkich sposobów na wzbogacanie korpusów językowych o duże zbiory danych językowych (różnych sposobów odpowiadania na pytania w języku naturalnym). *Question Response Generation System* (Łupkowski i Ginzburg, 2020) jest autorskim, crowdsourcingowym narzędziem do generowania dużych zbiorów danych. Zadaniem osób korzystających z systemu jest zapoznanie się z historią i odpowiedzenie na pytania od 4 różnych postaci. Każda z nich powinna otrzymać odpowiedź w innym stylu. Takie rozwiązanie zapewnia generowanie 16 różnych odpowiedzi i jest atrakcyjne dla użytkownika. Do tej pory system QRGS istniał jedynie w postaci historii spisanych na papierze, zaczęto badać pierwsze sposoby na urozmaicenie użytkownikom korzystania z systemu (takich jak elementy graficzne, czy rozwiązania inspirowane grammi fabularnymi).

Cel Celem projektu, o którym traktować będzie wystąpienie, było zaprojektowanie graficznego interfejsu dla QRGS – użytecznego i angażującego użytkowników, uwzględniającego elementy grywalizacji i współzawodnic-twa. Dzięki zastosowaniu najlepszych praktyk z dziedziny *User Experience*, projektowane rozwiązanie miało nie odbiegać od innych portali crowdsourcingowych, a także być zaprojektowane zgodnie z potrzebami użytkowników.

Metoda Interfejs został zaprojektowany podczas dwóch iteracji projektu w listopadzie 2020 r. Pomędzy dwoma fazami projektowymi przeprowa-

dzone zostały jakościowe testy użyteczności rozwiązania. Podczas testów zastosowano indywidualne wywiady pogłębione (*in-depth interviews*), których wyniki pozwoliły na wprowadzenie niezbędnych poprawek. Zbadano także opinię użytkowników o crowdsourcingu w nauce, a także o zaimplementowanych mechanizmach grywalizacji (Richter *i in.*, 2015).

Wyniki Zaprojektowany został interfejs w formie klikalnego prototypu na wysokim poziomie szczegółowości, który przetestowali użytkownicy. Oprócz trybu generowania danych zaprojektowano także stronę główną i podstrony, na których zawarto najważniejsze informacje dotyczące systemu QRS, a także nowego trybu rozgrywki. Interfejs ma też kilka cech gier poważnych (*game with a purpose*, GWAP), wykorzystywanych w podobnych rozwiązaniach. Wyniki testów są zadowalające, ogólne wrażenia użytkowników testujących nowy interfejs były pozytywne.

Dyskusja Wyniki pierwszych badań ilościowych pozwalają pokładać nadzieję na dalszy rozwój systemu QRS w podobnej graficznie i strukturalnie formie. Kolejne kroki, które należy podjąć to stworzenie nowej wersji trybu anotacji danych i przetestowanie efektywności systemu w nowej odsłonie. Mimo że prace po pierwszym etapie projektu są w początkowej fazie – od klikalnego prototypu daleko do jego implementacji, zdecydowanie wyznacza on nowy kierunek rozwoju systemu, dużo bardziej przyjaznego dla osób, które będą z niego korzystać.

Bibliografia

- Richter, G., Raban, D. R., Rafaeli, S. [2015]. Studying gamification: the effect of rewards and incentives on motivation. W: *Gamification in education and business*, 21–46. Springer.
- Łupkowski, P., Ginzburg, J. [2020]. Question responses generation via crowdsourcing. Research report, Technical report, Adam Mic-

kiewicz University, Laboratoire de Linguistique Formelle–CNRS, Poznań/Paris. URL <https://plupkowski.files.wordpress.com/2020/04/spokes-research-report.pdf>.

Psychedelics – harmful or healing drugs?

Iga Adamska

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

adamskav.iga@gmail.com

Psychedelics are defined as substances which are serotonin 2A receptor (5-HT_{2A}) agonists. They have been used in culture for centuries – “magic mushrooms” were one of the main parts of ceremonies and rituals of the Mexican tribes, as was DMT (N, N-dimethyltryptamine). Another popular psychedelic drug, lysergic acid diethylamide (LSD), synthesized by Albert Hoffmann in 1938, made a significant contribution to the development of pharmacological research on serotonergic neurotransmission. From the 1950s onwards, research using psychedelics flourished over the next decade, showing promising healing effects in mental illnesses and inspiring psychiatrists, biologists, sociologists and anthropologists. Following years were not as colorful, since in most countries psychedelics were banned as substances that pose a health risk. What made scientists return to researching the effects of these substances after several decades of stagnation?

The truth is that therapeutic effects of psychedelics were not forgotten and the psychedelic research was resumed in 2000. Since then, state-of-the-art research has shown that the healing potential of psychedelics is wider than initially expected since these substances are effective in treating major depressive disorder (MDD), post-traumatic stress disorder (PTSD), alcohol addiction, general and social anxiety as well as sexual dysfunctions (Luoma *et al.*, 2020). It turns out that psychedelic-assisted therapy can cause better effects than pharmacological treatment with SSRI antidepressants (Davis *et al.*, 2021). Except for their therapeutic potential, psychedelics have positive effects on general mental health well-being as they increase openness and connection with nature, as well as the ability to experience “life-changing” mystical events (Miller, 2017).

New wave of research gives much hope for understanding the mechanisms of action of these hallucinogens, however, there are questions that still remain challenging: How do these substances cause changes in consciousness, sense of self and induce higher cognitive states? What is responsible

for subjective effects? How acting on receptors causes changes in the entire brain activity?

In my presentation I will try to answer these questions by presenting recent advances in psychedelic research accompanied by a comprehensive overview of the main psychedelics, such as lysergic acid diethylamide (LSD), psilocybin and 3,4-methylenedioxymethamphetamine (MDMA). I will address both the biological (action on serotonin 2A receptors and glutamate system) and psychiatric (potential therapeutic effects) aspects, yet I will put the greatest emphasis on the analysis of how these substances influence brain activity. The focus will be on the dynamics of large-scale brain networks and brain activity, since neuroimaging research massively reports crucial functional changes driven by psychedelics. Furthermore, these mechanisms underlie brain network segregation and interaction, along with changes in functional connectivity and modularity, which are the basis for the effective action of these hallucinogens (Johnson *et al.*, 2019). Finally, I will present currently used theories and models that aim to outline and explain the effects produced by psychedelics that is Entropic Brain Theory, Integrated Information Theory and Predictive Processing (Swanson, 2018).

Bibliography

Davis, A. K., Barrett, F. S., May, D. G., Cosimano, M. P., Sepeda, N. D., Johnson, M. W., Finan, P. H., Griffiths, R. R. [2021]. Effects of Psilocybin-Assisted Therapy on Major Depressive Disorder: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Psychiatry*, 78(5):481–489.

Johnson, M. W., Hendricks, P. S., Barrett, F. S., Griffiths, R. R. [2019]. Classic psychedelics: An integrative review of epidemiology, therapeutics, mystical experience, and brain network function. *Pharmacology Therapeutics*, 197:83–102.

- Luoma, J. B., Chwyl, C., Bathje, G. J., Davis, A. K., Lancelotta, R. [2020]. A Meta-Analysis of Placebo-Controlled Trials of Psychedelic-Assisted Therapy. *Journal of Psychoactive Drugs*, 52(4):289–299.
- Miller, R. L. [2017]. *Psychedelic medicine: the healing powers of LSD, MDMA, psilocybin, and ayahuasca*. Simon and Schuster.
- Swanson, L. R. [2018]. Unifying Theories of Psychedelic Drug Effects. *Frontiers in Pharmacology*, 9:172.

Czym jest behawioralny układ odpornościowy i jak pozwala nam zrozumieć zachowanie ludzi w trakcie pandemii?

Jakub Cacek, Agnieszka Kuhny, Piotr Litwin
Uniwersytet Jagielloński
jakubcacek1998@gmail.com

Behawioralny układ odpornościowy (*behavioral immune system*; BIS) to system motywujący ludzi oraz inne zwierzęta (Murray i Schaller, 2016) do unikania patogenów. Teoria opisuje zmiany w zachowaniu, wywołane postrzeganiem szansą na zagrożenie zdrowia, co sprawia, że ta koncepcja jest wyjątkowo atrakcyjna w trakcie pandemii. Mimo popularności w literaturze anglojęzycznej, w polskich publikacjach brakuje omówienia i dyskusji związanej z tą koncepcją. W ramach naszego wystąpienia chcemy 1) przedstawić założenia behawioralnego układu odpornościowego, 2) zaprezentować wyniki badań prowadzonych w trakcie pandemii w ramach tej teorii, a także 3) zasygnalizować potencjalne ograniczenia związane z jej zastosowaniem w sytuacji pandemii koronawirusa.

Według autorów na BIS składa się złożony zestaw mechanizmów: poznawczych, afektywnych i behawioralnych, które pozwalają zminimalizować ryzyko zarażenia się, poprzez motywowanie do działań związanych z unikaniem patogenów (Ackerman *i in.*, 2018). Posiadanie takiego systemu jest korzystne z perspektywy ewolucyjnej, co autorzy argumentują wskazując na ograniczenia odpowiedzi immunologicznej: jest kosztowna, osłabia organizm i działa jedynie reaktywnie, a skuteczne działanie behawioralnego systemu odpornościowego może ograniczyć konieczność odpowiedzi układu odpornościowego. Odpowiedź na zagrożenie patogenami różni się także od obrony przed drapieżnikami, ponieważ czynniki chorobotwórcze mogą być zbyt małe, aby je zauważyć więc strategie obronne stosowane przy „widzialnym” zagrożeniu, nie sprawdzają się w tym kontekście (Schaller, 2015). O odrębności BIS świadczy również specyficzna reakcja na zagrożenie patogenami, jaką jest wstępn.

W badaniach związanych z BIS często mierzy się różnice indywidualne w zakresie postrzeganej podatności na choroby zakaźne. W tym celu stworzono kwestionariusz PVD (Perceived Vulnerability to Disease), skła-

dający się z dwóch wymiarów: awersja do patogenów (*germ aversion*; GA) i postrzegana szansa na zarażenie się (*perceived infectability*; PA; Duncan *i in.* (2009)).

Pandemia koronawirusa (Sars-Cov-19) wydaje się być jedną z pierwszych sytuacji, w której możliwe jest testowanie założeń BIS oraz dotychczasowych ustaleń na jego temat w warunkach naturalnych na szeroką skalę. Podczas jej trwania w badaniach zaobserwowano wzrost konserwatywnych poglądów (Farias i Pilati, 2021; Karwowski *i in.*, 2020; Rosenfeld i Tomiyama, 2021), co zgodne jest z wynikami badań prowadzonych przed pandemią, wskazujących na związek między występowaniem chorób zakaźnych w danych regionach z bardziej konserwatywnymi poglądami osób tam mieszkających (Thornhill *i in.*, 2008). Interesującą weryfikacją założeń mechanizmu jest badanie jego związków z zachowaniami prewencyjnymi w sytuacji pandemii i stosowaniem się do obostrzeń wprowadzonych w poszczególnych krajach. Wyniki dotychczas przeprowadzonych badań wskazują między innymi na związek wskaźników behawioralnego systemu odpornościowego z silniejszymi reakcjami na zagrożenie wywołane koronawirusem i angażowaniem się w prewencyjne działania (Makhanova i Shepherd, 2020) oraz większym niepokojem związanym z pandemią (Shook *i in.*, 2020). Prowadzono także badania nad mediatorami wpływu BIS na zachowanie podczas pandemii (Bacon i Corr, 2020; Tybur *i in.*, 2020) podkreślające między innymi znaczenie sposobu przekazywania informacji w komunikatach dotyczących wirusa, wrażliwość na wzmocnienie, a także subiektywną wartość relacji z inną osobą przy angażowaniu się w kontakt grożący zarażeniem się.

Ackerman, Tybur i Blackwell (2020) zwrócili jednak uwagę na potencjalne ograniczenia w generalizacji pandemii koronawirusa jako sytuacji dającej pełną możliwość aplikacji założeń BIS wskazując na istotne różnice, które występują między obecnym zagrożeniem epidemicznym, a sytuacjami zagrożenia, związanymi z wyewoluowaniem tego adaptacyjnego mechanizmu, które mogą być istotne przy interpretacji dotychczasowych wyników, a także planowaniu własnych badań.

Tym bardziej interesująca wydaje nam się zgodność między przeprowadzonymi badaniami i zachowaniami obserwowanymi podczas pandemii, które wskazują na przynajmniej częściową stosowność założeń behawioralnego systemu odpornościowego we współczesnych warunkach. Postrze-

gane zagrożenie wirusem COVID-19 potrafi mieć wpływ zarówno na zachowanie i postawy ludzi, jak i na deklarowane przez nich poglądy, co pozwala zastanowić się nad przyszłymi konsekwencjami oraz czasie „po pandemii”, a także spróbować wyciągnąć nowe wnioski z dotychczasowych wydarzeń. Analiza rzeczywistości pandemicznej przy wykorzystaniu modelu BIS stwarza możliwość wyprowadzenia pewnych praktycznych wskaźników, które mogłyby okazać się pomocne przy podwyższaniu zbieżności między odpowiednimi zaleceniami, mającymi ograniczyć rozprzestrzenianie się choroby, a faktycznym zachowaniem ludzi w sytuacjach takich jak pandemia, czy także choroby i infekcje, występujące w mniejszej skali i na ograniczonych terytoriach.

Bibliografia

- Ackerman, J., Hill, S., Murray, D. [2018]. The behavioral immune system: Current concerns and future directions. *Social and Personality Psychology Compass*, 12:e12371.
- Ackerman, J., Tybur, J., Blackwell, A. [2020]. What role does pathogen-avoidance psychology play in pandemics? *Trends in Cognitive Sciences*, 25.
- Bacon, A. M., Corr, P. J. [2020]. Behavioral Immune System Responses to Coronavirus: A Reinforcement Sensitivity Theory Explanation of Conformity, Warmth Toward Others and Attitudes Toward Lockdown. *Frontiers in Psychology*, 11:3203.
- Duncan, L., Schaller, M., Park, J. [2009]. Perceived vulnerability to disease: Development and validation of a 15-item self-report instrument. *Personality and Individual Differences*, 47:541–546.

- Farias, J., Pilati, R. [2021]. COVID-19 as an undesirable political issue: Conspiracy beliefs and intolerance of uncertainty predict adhesion to prevention measures. *Current Psychology*.
- Karwowski, M., Kowal, M., Groyecka-Bernard, A., Białek, M., Lebuda, I., Sorokowska, A., Sorokowski, P. [2020]. When in Danger, Turn Right: Does Covid-19 Threat Promote Social Conservatism and Right-Wing Presidential Candidates? 35:37–48.
- Makhanova, A., Shepherd, M. [2020]. Behavioral immune system linked to responses to the threat of COVID-19. *Personality and Individual Differences*, 167:110221.
- Murray, D., Schaller, M. [2012]. Threat(s) and conformity deconstructed: Perceived threat of infectious disease and its implications for conformist attitudes and behavior. *European Journal of Social Psychology*, 42:180 – 188.
- Murray, D., Schaller, M. [2016]. *The behavioral immune system: Implications for social cognition, social interaction, and social influence*, 75–129.
- Rosenfeld, D., Tomiyama, A. J. [2021]. Can a pandemic make people more socially conservative? Political ideology, gender roles, and the case of COVID-19. *Journal of Applied Social Psychology*, 51.
- Schaller, M. [2015]. The Behavioral Immune System. W: *The Handbook of Evolutionary Psychology*, rozdz. 7, 1–19. American Cancer Society.
- Shook, N., Sevi, B., Lee, J., Oosterhoff, B., Fitzgerald, H. [2020]. Disease avoidance in the time of COVID-19: The behavioral immune system is associated with concern and preventative health behaviors. *PLOS ONE*, 15:e0238015.
- Thornhill, R., Fincher, C., Aran, D. [2008]. Parasites, Democratization, and the Liberalization of Values Across Contemporary Countries. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 84:113–31.
- Tybur, J., Lieberman, D., Fan, L., Kupfer, T., de Vries, R. [2020]. Behavioral Immune Trade-Offs: Interpersonal Value Relaxes Social Pathogen Avoidance. *Psychological science*, 31:956797620960011.

Substytucja sensoryczna i modalność krzyżowa zmysłów

Karolina Czarnecka, Daniel Maj, Katarzyna Rajtor, Kamila Wojtak
Uniwersytet Śląski w Katowicach
wojtak.kamila@gmail.com

Problem Molyneux jest to filozoficzny eksperyment myślowy dotyczący natychmiastowego powrotu do zdrowia po ślepcie. Został on po raz pierwszy sformułowany przez Williama Molyneux, a szczególnie wspomniany w eseju Johna Locke'a dotyczącym zrozumienia człowieka (Locke, 1690). W problemie chodzi o to, czy osoba niewidoma umiejająca rozpoznać przedmioty za pomocą dotyku po odzyskaniu wzroku rozpozna je tylko przy jego użyciu. Obecnie wiadomo, iż nauka tej umiejętności trwała około tygodnia. Problem ten dotyczy doświadczenia empirycznego oraz powiązania reprezentacji różnych zmysłów w umyśle.

Poszczególne zmysły potocznie postrzegane są jako autonomiczne względem siebie, jednak współczesne odkrycia zmieniają ten pogląd, a liczne eksperymenty naukowe wykazują współdziałanie zmysłów w procesach percepcyjnych. Problem Molyneux dotyka tego zagadnienia w kontekście osób niewidomych. Rozważana jest w nim sytuacja, w której osoba niewidoma po odzyskaniu wzroku będzie w stanie rozpoznać przedmioty, które wcześniej poznawała za pomocą dotyku. Związek zmysłu wzroku i dotyku testowali między innymi naukowcy z Uniwersytetu Południowej Kalifornii, gdzie w badaniu algorytm komputera na podstawie danych z rezonansu magnetycznego o aktywności kory sensorycznej był w stanie określić, na jaki przedmiot patrzy badany. Oznacza to, że percepcja wzrokowa aktywuje także obszary mózgu odpowiadające zmysłowi dotyku, a przetwarzanie informacji ze środowiska odbywa się w sposób zunifikowany – obraz przedmiotu generuje jednocześnie wrażenia dotykowe.

Innym przykładem jest badanie testujące hipotezę synestezji wśród noworodków, która głosi, że wszyscy ludzie rodzą się ze zdolnością do percepcji cross-modalnej, która u większości zanika w dzieciństwie. By sprawdzić, na jakim etapie rozwoju zanika zdolność do percepcji cross-modalnej, badanych w różnym wieku poproszono o przypisanie kolorów do bodźców dotykowych, które były im prezentowane. Gładkość, miękkość i krągłość

bodźców pozytywnie korelowała z luminancją wybranego koloru, nasyceniem barwy, a ponadto wiązała się z określonymi kolorami, np. miękkość z różem. Nie było różnic wiekowych dla efektów luminancji, jednak efekty chrominancji stwierdzono wyłącznie u dzieci i młodzieży. Odkrycie to potwierdza, że ludzie niebędący synestetami, systematycznie mapują wymiary dotykowe i wizualne, a także jest zgodne z hipotezą, że wszyscy ludzie rodzą się z silną percepcją cross-modalną, która jest hamowana w trakcie rozwoju.

Te przykłady zainspirowały nas do przeprowadzenia własnych badań. Za ich pomocą zamierzamy sprawdzić różnice w postrzeganiu przestrzennym między osobami niewidomymi, korzystającymi na co dzień z opaski echolokacyjnej, a osobami widzącymi, a następnie zbadać, w jaki sposób zmienia się aktywność mózgowa u osób widzących, które uczą się funkcjonować, korzystając z owej opaski zamiast wzroku. Wykorzystuje ona ultradźwięki do zbierania informacji o odległości od przeszkód, a następnie przekazuje je za pomocą wibracji. Na potrzeby badania zostałyby ona zmodyfikowana w taki sposób, by przekazywać informacje niedotyczące realnych obiektów, a te z labiryntu stworzonego w wirtualnej rzeczywistości (VR). W pierwszym etapie badania uczestnicy umieszczeni na bieżni VR zostaliby podłączeni do EEG i mieliby za zadanie przejść labirynt. Pierwszą grupą byłyby osoby widzące, które przemieszczałyby się po symulowanym labiryncie z założonymi okularami VR, drugą grupą byłyby natomiast osoby niewidome poruszające się po tym samym labiryncie otrzymujące informacje za pomocą zmodyfikowanej opaski echolokacyjnej. Na podstawie danych EEG określilibyśmy różnice w aktywności mózgu między tymi dwoma grupami. W drugim etapie badania osoby widzące miałyby za zadanie przejść symulowany labirynt wyłącznie na podstawie informacji z opaski. Pozwoliłoby to sprawdzić, w jaki sposób dochodzi do zmiany aktywności mózgu związanej z orientacją przestrzenną. Interesuje nas także,

w jakim czasie osoby widzące będą w stanie zastąpić wzrok dotykaniem, oraz czy wiek badanych będzie wpływał na uzyskane wyniki.

Bibliografia

- Berchielli, L. [2002]. Color, Space, and Figure in Locke: An Interpretation of the Molyneux Problem. *Journal of the History of Philosophy*, 40(1):47–65.
- Cronly-Dillon, J., Persaud, K., Gregory, R. [1999]. The perception of visual images encoded in musical form: A study in cross-modality information transfer. *Proceedings. Biological sciences*, 266:2427–33.
- Fredembach, B., Hillairet de Boisferon, A., Gentaz, E. [2009].
- Held, R., Ostrovsky, Y., Gelder, B., deGelder, B., Gandhi, T., Ganesh, S., Mathur, U., Sinha, P. [2011]. The newly sighted fail to match seen with felt. *Nature neuroscience*, 14:551–553.
- Locke, J. [1690]. *An Essay Concerning Human Understanding*, tom 2. rozdział 9.
- Ludwig, V. [2012]. What colour does that feel? Tactile-visual mapping and the development of cross-modality. *Cortex*, 49(4).
- Maidenbaum, S., Arbel, R., Buchs, G., Shapira, S., Amedi, A. [2014]. Vision through other senses: Practical use of Sensory Substitution devices as assistive technology for visual rehabilitation. *22nd Mediterranean Conference on Control and Automation*, 182–187.
- Meyer, K., Kaplan, J., Essex, R., Damasio, H., Damasio, A. [2011]. Seeing touch is correlated with content-specific activity in primary somatosensory cortex. *Cerebral Cortex*, 21(9):2113–21.

- Nagel, S., Carl, C., Kringe, T., Martin, R., König, P. [2005]. Beyond sensory substitution – learning the sixth sense. *Journal of Neural Engineering*, 2(4):R13–26.
- Nanay, B. [2017]. Sensory substitution and multimodal mental imagery. *Perception*, 46(9):1014–1026.
- Paterson, M. [2007]. *The senses of touch : haptics, affects and technologies*. Berg, Oxford New York.

Biologiczny *cable management* – wpływ kosztów energetycznych transmisji informacji na centralizację układu nerwowego *in silico*

Jakub Dakowski

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

jakdak@st.amu.edu.pl

Tło Ważnym krokiem w kierunku zrozumienia istoty optymalizacji połączeń w układzie nerwowym była praca proponująca zastosowanie istniejącej już w neuronauce obliczeniowej reguły *saving wire principle* (Cherniak, 1995). Według niej wydatki energetyczne związane z tworzeniem i utrzymaniem szlaków nerwowych, a także transmitowaniem przez nie informacji, są na tyle wysokie, że istotne w toku istnienia gatunków staje się minimalizowanie łącznej długości połączeń w układzie nerwowym. Regułę tę stosuje Martínez *i in.* (2017) w teorii *Receptor and Neural Aggregation*. Postuluje on, że głównym czynnikiem wyzwalającym tworzenie się konglomeratów neuronalnych było priorytetyzowanie informacji pochodzących z danego kierunku organizmu w stosunku do pozostałych. W wyniku tego receptory zaczęły gromadzić się w wyznaczonych obszarach organizmu. Stworzyło to okazję do skrócenia odległości między interneuronami a neuronami czuciowymi. W późniejszych etapach, na zasadzie dodatniego sprzężenia zwrotnego, dystanse między komponentami układu nerwowego dalej się zmniejszały, aby końcowo utworzyć znane nam dzisiaj organy czucia i jądra przetwarzające informacje. Hipoteza Cherniaka stanowi oczywiście znaczne uproszczenie i autorzy późniejszych prac podają zarówno inne czynniki istotne w tym procesie, jak i odmienne strategie, jakimi organizm może sobie poradzić w tej sytuacji. Niven i Laughlin (2008) zauważają rolę usuwania redundantnych połączeń oraz możliwości zmian w metabolizmie komórki. Wśród czynników wpływających na ten proces wymienić można już wspomnianą różnorodność poznawczą środowiska, minimalizowanie szumu oraz alternatywne metody komunikacji między neuronami.

Cel W ramach tej pracy został zaprojektowany i zaimplementowany model obliczeniowy procesu centralizacji układu nerwowego bazujący na koncepcie *saving wire principle*. Najważniejszą jego własnością powinna być

emergencja minimalizacji długości okablowania pod wpływem kosztownej energetycznie transmisji sygnału.

Metoda Do realizacji postawionego celu użyto oprogramowania Framsticks (Komosinski i Ulatowski, 1996), języka programowania Python oraz biblioteki DEAP dostępnej w tym języku. Framsticks to program pozwalający na przeprowadzanie symulacji ewolucji na prostych organizmach złożonych z drzewiastego szkieletu, układu nerwowego i mięśni. W tej pracy wykorzystywany jest on do przeprowadzania operacji na genotypie i jego ewaluacji opierającej się na zbadaniu przebytej przez organizm odległości przy uwzględnieniu (grupa eksperymentalna), bądź bez metabolizmu układu nerwowego (grupa kontrolna). Odległości między neuronami obliczane są z pomocą autorskiego skryptu opierającego się na algorytmie *Lowest common ancestor*. Dane wygenerowane przez program Framsticks są następnie przekazywane algorytmowi genetycznemu zaimplementowanemu w paczce DAEP. Jednocześnie monitorowane są też informacje o konsumpcji energii przez neurony i długości połączeń.

Wyniki i dyskusja W prezentowanym w tej pracy modelu udało się odwzorować zjawisko *saving wire principle* – organizmy osiągały istotnie niższe sumy długości połączeń, gdy nakładane były na nie ograniczenia energetyczne związane z transmisją informacji. Działo się to kosztem obniżonej wydolności ruchowej. Zaproponowana symulacja stanowi jednak zaledwie draśnięcie tematu. W ramach dalszych pracach należy zwrócić uwagę przede wszystkim na inne czynniki wpływające na owy proces. Wartościowe byłoby ujęcie metabolizmu, szumu, opóźnień w transmisji wynikających z przetwarzania, bądź zawodności neuronów. Możliwe, że ujawniłyby się wtedy odmienne strategie, niż przedstawiona w pracy Cherniaka. Innymi możliwymi do podjęcia modyfikacjami jest uwzględnienie biernych kosztów

tów utrzymania układu nerwowego oraz inne modyfikacje funkcji kosztów energetycznych od długości połączenia i aktywacji.

Bibliografia

- Cherniak, C. [1995]. Neural component placement. *Trends in Neurosciences*, 18(12):522 – 527.
- Komosinski, M., Ulatowski, S. [1996]. Framsticks Web Site. URL <http://www.framsticks.com/>.
- Martínez, P., Perea Atienza, E., Gavilán, B., Fernandez, C., Sprecher, S. [2017]. The study of xenacoelomorph nervous systems. Molecular and morphological perspectives. *Invertebrate Zoology*, 1414:32–4432.
- Niven, J. E., Laughlin, S. B. [2008]. Energy limitation as a selective pressure on the evolution of sensory systems. *Journal of Experimental Biology*, 211(11):1792–1804.

Od prawdy dzieli Cię tylko kliknięcie – asystent dowodzenia *Larch*

Jakub Dakowski, Barbara Adamska, Robert Szymański
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
jakdak@st.amu.edu.pl

Tło Od początku istnienia logika opierała swoje metody na piórze oraz kartkach papieru. Zaczęło się to zmieniać dopiero w dwudziestym wieku, kiedy technologia dostarczyła naukom formalnym uniwersalny dostęp do komputerów, umożliwiając tym samym automatyzację niektórych procesów umysłowych. Skutkiem tego postępu było pojawienie się na rynku różnego rodzaju asystentów dowodzenia. Od początku XXI wieku wielu badaczy poświęca też środki na produkcję etutorów (idealnym przykładem jest oprogramowanie *EvoLogic* autorstwa Galafassi *i in.* (2020)), które jednak pozostają ograniczone pod względem możliwości, czy wygody użytkowania.

Cel Oprogramowanie *Larch* stanowi propozycję pośrednika między badaczami tworzącymi kolejne etutory, a nietechnicznymi studentami. Aktualnie rozwijany jest etutor dla tabel analitycznych, który poprzez wykrywanie błędów oraz automatyzację przeprowadzenia reguł (a w przyszłości także automatyczne podpowiedzi wysokopoziomowe) narzędzie to ma stworzyć przyjazne środowisko do nauki dowodzenia.

Metoda Obecnie *Larch* jest w całości napisany w języku Python (użytkowanie nie wymaga jednak jego znajomości). Został on zaprojektowany w ramach paradygmatu *Plugin Oriented Programming* (Macey i Hatch, 2019), który umożliwia tworzenie wymiennych w czasie rzeczywistym wtyczek implementujących różne aspekty programu. Użytkownikom umożliwia to dostosowanie sposobu wyświetlania dowodów, czy też interfejsu. W ten sposób zaimplementowane są także metody dowodzenia. Dowody przechowywane są w strukturze drzewa, co jednocześnie stanowi jedyne ograniczenie stawiane wobec implementacji rachunków formalnych. Istotną rolę w finalnej fazie projektu odegrają dwa zagadnienia z dziedziny *User Experience*. Interfejs graficzny jest projektowany w sposób, który sprawi, że

cały program będzie intuicyjny i łatwy w użyciu. Dodatkowo zaimplementowane zostaną mechanizmy grywalizacji, m.in. przyznawanie punktów za przeprowadzane dowody i rankingi najlepszych graczy. Dzięki temu, tworzone rozwiązanie oprócz oczywistej wartości dydaktycznej będzie także ciekawe w użyciu (Richter *i in.*, 2015) i nie będzie odbiegało jakością od powszechnie projektowanych interfejsów.

Wyniki Zaimplementowany został tymczasowy interfejs linii komend, który zostanie zastąpiony przez aktualnie projektowaną wersję graficzną. W programie korzystać można z dwóch metod dowodzenia – tabel analitycznych dla KRZ oraz rachunku sekwentów dla logiki intuicjonistycznej. Na rachunku sekwentów zaprezentowane są też możliwości w obszarze wspomaganie dowodzenia. Wprowadzono bowiem metody wykrywania pętli opierające się na analizie historii formuł (Howe, 1997).

Dyskusja *Larch* jest dopiero w początkowej fazie prac rozwojowych. Szczególna uwaga zostanie w najbliższej przyszłości poświęcona utworzeniu atrakcyjnego interfejsu graficznego oraz wspomaganie użytkownika. Aktualnie rozwijane jest to dla tabel analitycznych KRZ. W przyszłości wartościowe będzie jednak zagłębienie się w bardziej skomplikowane rachunki. Nie można zapomnieć o tym, że docelowymi użytkownikami tego programu są studenci. W związku z tym nieuniknione są testy oprogramowania na dużej grupie. W ramach takich testów należy skupić się zarówno na skuteczności proponowanej przez nas metody edukacji, jak i wygodzie użytkownika programu, które można będzie zmierzyć za pomocą stworzonych w tym celu narzędzi psychometrycznych. Przy prowadzeniu takich badań warto zastanowić się nad problemem monitorowania błędów. Taka strategia ostatecznie umożliwi udoskonalenie podpowiedzi, a w szerszym kontekście może pozwolić na pogłębienie zrozumienia intuicji ludzkich na temat dowodzenia w logice. Na koniec warto też zauważyć, że oprogramowanie *Larch* nigdy nie zastąpi w całości ołówka i kartki w metodologii,

dlatego wartościowe mogą okazać się badania eksplorujące zagadnienie hybrydowego ich użycia.

Bibliografia

- Galafassi, C., Galafassi, F. F., Reategui, E. B., Vicari, R. M. [2020]. EvoLogic: Intelligent Tutoring System to Teach Logic. W: *Brazilian Conference on Intelligent Systems*, 110–121. Springer.
- Howe, J. M. [1997]. Two loop detection mechanisms: a comparison. W: *International Conference on Automated Reasoning with Analytic Tableaux and Related Methods*, 188–200. Springer.
- Macey, T., Hatch, T. [2019]. Making Complex Software Fun And Flexible With Plugin Oriented Programming. Podcast `__init__`. <https://www.pythonpodcast.com/plugin-oriented-programming-episode-240/>.
- Richter, G., Raban, D. R., Rafaeli, S. [2015]. Studying gamification: the effect of rewards and incentives on motivation. W: *Gamification in education and business*, 21–46. Springer.

Co jest kluczowe by zrozumieć rozumienie emocji?

Krystian Macheta

Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II

Uniwersytet Pedagogiczny im. KEN w Krakowie

krystian.macheta@gmail.com

Rozumienie emocji (*emotion comprehension*) jest jedną ze zdolności, która pozwala dzieciom na rozumienie natury i przyczyn emocji; sprawia też, że dzieci stosują specyficzne strategie poznawcze i behawioralne by regulować swoje emocje (Pons *i in.*, 2004). Dlatego też rozumienie emocji pozwala dzieciom na identyfikację, przewidywanie i tworzenie wyjaśnień dla ich własnych stanów emocjonalnych, jak i dla stanów przeżywanych przez inne osoby (Lane *i in.*, 2010). Rozpoznawanie stanów mentalnych związane jest również z teorią umysłu (*theory of mind*), która mówi o zdolności do identyfikacji własnych oraz cudzych stanów mentalnych – w tym jest odpowiedzialna za rozumienie, że różni ludzie mogą mieć różne przekonania, bez względu na to czy są one obiektywnie prawdziwe czy fałszywe (Wellman i Liu, 2004). Wiele badań wskazuje na wyraźne połączenie pomiędzy rozumieniem emocji a teorią umysłu (Cutting i Dunn, 1999; Eggum *i in.*, 2011; Lane *i in.*, 2010; Sarmiento-Henrique *i in.*, 2020); inne zaś sugerują ich rozłączność (Conte *i in.*, 2019; Dunn, 1995). Pomimo szerokiego zakresu badań nad związkiem przedstawionych wcześniej konstruktów, wciąż nie osiągnięto w tej sprawie konsensusu (Sarmiento-Henrique *i in.*, 2020). Jedną z możliwości takiego stanu rzeczy jest brak ujednoliconej metodologii w prowadzonych na ten temat badaniach – między innymi pomijanie precyzyjnego opisu zastosowanych pomiarów (Ornaghi *i in.*, 2016; Sarmiento-Henrique *i in.*, 2020). Do badania teorii umysłu używa się niekiedy różnych zadań, jak na przykład klasyczny test fałszywych przekonań, test wygląd-przedmiot czy test intensjonalności; przypisując im później pomiar „teorii umysłu”.

Celem prezentowanych badań własnych jest wskazanie, że zadania badające szeroko pojętą teorię umysłu niekoniecznie badają dokładnie tę samą zdolność poznawczą, oraz próba ustalenia, które z trzech zadań (klasyczny test fałszywych przekonań, test wygląd-przedmiot czy test intensjonalność) wyjaśnia najwięcej wariacji rozumienia emocji. Biorąc pod

uwagę, że relacja pomiędzy teorią umysłu a rozumieniem emocji najpewniej ma związek z kompetencjami językowymi (Sarmiento-Henrique *i in.*, 2020) oraz inteligencją (De Stasio *i in.*, 2014), w opisywanych badaniach kontrolowano obie zmienne.

Badania zostały przeprowadzone na grupie 99 dzieci w wieku od 3 do 6 lat ($M = 4,69$; $SD = 1,1$; 53,5% chłopców) przy pomocy wymienionych wyżej trzech zadań, służących do pomiaru teorii umysłu oraz testu do pomiaru rozumienia emocji TEC (*Test of Emotion Comprehension*).

Różnice pomiędzy zadaniami ToM (*theory of mind*) okazały się istotne z perspektywy rozumienia emocji i mogą stanowić odpowiedź na wskazane wcześniej rozbieżności w dotychczasowej literaturze. Analiza ilościowa z wykorzystaniem analizy regresji wykonanej metodą eliminacji wstecznej wykazała, że istotnym predyktorem rozumienia emocji jest tylko jedno ze wskazanych zadań – Intensjonalność ($\beta = 0,25$, $p = 0,014$). Zadanie to ma kluczową rolę w ocenie zdolności do przyjmowania cudzej perspektywy. Dzięki tej zdolności, dziecko ma możliwość odróżniania dwóch różnych, ale jednocześnie równie uzasadnionych, sposobów poznawania tego samego przedmiotu.

Bibliografia

- Conte, E., Ornaghi, V., Grazzani, I., Pepe, A., Cavioni, V. [2019]. Emotion Knowledge, Theory of Mind, and Language in Young Children: Testing a Comprehensive Conceptual Model. *Frontiers in Psychology*, 10:2144.
- Cutting, A., Dunn, J. [1999]. Theory of mind, emotion understanding, language, and family background: individual differences and interrelations. *Child development*, 70(4):853–865.
- De Stasio, S., Fiorilli, C., Di Chiacchio, C. [2014]. Effects of verbal ability and fluid intelligence on children’s emotion understanding. *International Journal of Psychology*, 49(5):409–414.

- Dunn, J. [1995]. Children as psychologists: The later correlates of individual differences in understanding of emotions and other minds. *Cognition and Emotion*, 9(2-3):187–201.
- Eggum, N. D., Eisenberg, N., Kao, K., Spinrad, T. L., Bolnick, R., Hofer, C., Kupfer, A. S., Fabricius, W. V. [2011]. Emotion understanding, theory of mind, and prosocial orientation: Relations over time in early childhood. *The Journal of Positive Psychology*, 6(1):4–16.
- Lane, J. D., Wellman, H. M., Olson, S. L., LaBounty, J., Kerr, D. C. R. [2010]. Theory of mind and emotion understanding predict moral development in early childhood. *British Journal of Developmental Psychology*, 28(4):871–889.
- Ornaghi, V., Pepe, A., Grazzani, I. [2016]. False-Belief Understanding and Language Ability Mediate the Relationship between Emotion Comprehension and Prosocial Orientation in Preschoolers. *Frontiers in Psychology*, 7:1–12.
- Pons, F., Harris, P. L., de Rosnay, M. [2004]. Emotion comprehension between 3 and 11 years: Developmental periods and hierarchical organization. *European Journal of Developmental Psychology*, 1(2):127–152.
- Sarmiento-Henrique, R., Quintanilla, L., Lucas-Molina, B., Recio, P., Giménez-Dasí, M. [2020]. The longitudinal interplay of emotion understanding, theory of mind, and language in the preschool years. *International Journal of Behavioral Development*, 44(3):236–245.
- Wellman, H., Liu, D. [2004]. Scaling of theory-of-mind tasks. *Child development*, 75(2):523–41.

Wykorzystanie algorytmów sztucznej inteligencji do opracowania sposobu analizowania obrazów fMRI bez ich uprzedniej normalizacji

Weronika Skowrońska

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

wersko3@st.amu.edu.pl

Wystąpienie ma na celu zaprezentowanie głównych idei autorskiego projektu, w którym głównym dążeniem jest stworzenie sztucznej sieci neuronowej, będącej w stanie klasyfikować obrazy uzyskane dzięki funkcjonalnemu neuroobrazowaniu, pomijając w tym procesie krok normalizacji przestrzennej do atlasu standardowego. Wyjaśnione zostanie pytanie, dlaczego odejście od normalizacji przestrzennej jest ważne, jak również omówiona zostanie istota sieci neuronowych, ze wskazaniem głównych problemów, skupiając się na małej ilości dostępnych danych fMRI. Zaprezentowane zostaną także autorskie pomysły na rozwiązanie tego problemu oraz wstępna implementacja programu. Badania z zastosowaniem technik neuroobrazowania są obecnie wykorzystywane w różnych celach zarówno diagnostycznych, jak i badawczych. W tych drugich dużą rolę odgrywa funkcjonalny rezonans magnetyczny (fMRI), mierzący aktywność mózgu związaną ze zmianami przepływu krwi w jego obszarach. W celu przeprowadzenia analizy badanego obrazu należy jednak przetworzyć surowe dane: usunąć szum (niepożądane zmiany w sygnale, wynikające m.in. z ruchów głowy osoby badanej) i znormalizować uzyskane obrazy, czyli dopasować wymiary mózgu do wymiarów „standardowych”. Kosztem dokonania normalizacji jest niestety mniejsza dokładność, szczególnie rejonów mózgu o małej powierzchni i tych położonych peryferycznie (Lancaster i Fox, 2000).

Sieci neuronowe zostały już z powodzeniem użyte w przypadku danych medycznych (Horikawa i Kamitani, 2015). W projekcie pracuje się nad stworzeniem takiego algorytmu sztucznej inteligencji, który mógłby służyć opracowaniu sposobu klasyfikacji danych uzyskanych dzięki funkcjonalnemu rezonansowi magnetycznemu, nie poddając ich normalizacji przestrzennej. Dane zostają wstępnie przetworzone w programie FSL, gdzie pominięty zostaje krok registracji do atlasu standardowego; następnie zo-

stają przekazane, jako baza danych, jako zbiór uczący i walidujący do sieci neuronowej.

Częścią projektu jest sieć neuronowa o specyficznej architekturze, która zostaje zaimplementowana, by poradzić sobie z trzema głównymi problemami badań z użyciem aparatury fMRI: małym zbiorem danych, innym niż dwuwymiarowym formatem danych fMRI oraz faktem, że zwykle algorytmy klasyfikacji pozwalają na przyporządkowanie nowych obrazów do jedynie do pierwotnie wyodrębnionych klas (liczby klas nie można zwiększać, więc algorytm nie mógłby zostać użyty do klasyfikacji obrazów pochodzących z zupełnie nowego badania).

Sztuczna Inteligencja wymaga zwykle ogromnego zbioru przykładów uczących, który jest niemożliwy do zdobycia w przypadku danych fMRI (mówimy tutaj o liczbie zdjęć w zakresie tysięcy). Zwykle sposobem na poradzenie sobie z problemem małego zbioru jest sztuczne modyfikowanie zdjęć, m.in. tworzenie ich lustrzanych odbić lub przekrzywianie obiektów na zdjęciach. To rozwiązanie nie może być jednak zastosowane w przypadku danych fMRI, ponieważ prowadziłyby do fałszowania wyników. Autorskim pomysłem na rozwiązanie tego problemu jest zastosowanie tzw. architektury Syjamskiej, która wykazała się wysoką skutecznością przy bardzo małych zbiorach (Dey *i in.*, 2017). Syjamska sieć neuronowa nie jest zwykłym algorytmem klasyfikującym – nie zwraca nam ona informacji o przynależności obiektu na obrazie do danej klasy, ale informację, czy dwa różne obrazy należą do tej samej klasy obrazów, czy też nie. Co ważne, sieć nie definiuje klas, więc jest w stanie klasyfikować jako podobne obrazy pochodzące z zupełnie nowego badania.

Oryginalna sieć Syjamska została zastosowana do danych dwuwymiarowych – dodatkowym wyzwaniem jest więc sam trening sieci – sztuczna inteligencja, szczególnie konwolucyjne sieci neuronowe, bardzo dobrze radzi sobie z obrazem 2D, ale zadanie komplikuje się w przypadku wyższych wymiarów.

Bibliografia

- Dey, S., Dutta, A., Toledo, J., Ghosh, S., Lladós, J., Pal, U. [2017]. SigNet: Convolutional Siamese Network for Writer Independent Offline Signature Verification. ArXiv preprint arXiv:1707.02131.
- Horikawa, T., Kamitani, Y. [2015]. Generic decoding of seen and imagined objects using hierarchical visual features. *Nature Communications*, 8:15037.
- Lancaster, J. L., Fox, P. T. [2000]. *Talairach Space as a Tool for Inter-subject Standardization in the Brain*, 555–567. Academic Press, Inc., USA.
- Sarraf, S., Tofighi, G. [2016]. Deep learning-based pipeline to recognize Alzheimer’s disease using fMRI data. *2016 Future Technologies Conference (FTC)*, 816–820.

Zdolność do „nie-działania” – wolna wola z perspektywy uzależnień

Filip Stawski

Stowarzyszenie Substytucyjnego Leczenia Uzależnień MAR

filip.stawski@avant.edu.pl

Referat stanowi próbę uszczegółowienia i usystematyzowania koncepcji wolnej woli w oparciu o neurobiologiczną analizę zjawiska uzależnienia (Sinnott-Armstrong i Pickard, 2013). Dotychczas, podejmowanie problemu wolnej woli z tej perspektywy koncentrowało się najczęściej na rozważaniu zdolności osób uzależnionych do działania zgodnie z pragnieniami drugiego rzędu (Frankfurt, 1997) oraz ich przekonaniu o możliwości podejmowania wolnych decyzji (Vohs i Baumeister, 2009). Nie bez znaczenia pozostają jednak codzienne działania osób uzależnionych oraz to, w jaki sposób zmienia się charakter i sposób ich podejmowania w zależności od nasilenia choroby, etapu leczenia itp. (Koffarnus i Kaplan, 2017; Stoops i Kearns, 2018).

W pierwszej części referatu zaplanowano charakterystykę mechanizmu uzależnienia z perspektywy neurobiologicznej koncepcji pętli korowopodkorowych, stanowiącej model zintegrowanej realizacji funkcji motorycznych, emocjonalnych oraz poznawczych (Alexander *i in.*, 1986; Gorzelańczyk, 2011). Zgodnie z nią uzależnienie prowadzi do strukturalnej przebudowy prążkowiec, utrudniając jego kontrolę przez korę mózgu (zdolność ta umożliwia zarówno podjęcie działania, jak i jego skuteczne hamowanie), co prowadzi m.in. do zmian w zachowaniu, zaburzeń emocjonalnych oraz ograniczenia zdolności podejmowania decyzji.

W kolejnym kroku, na podstawie literatury, zaproponowano koncepcję „sprawności woli”, zgodnie z którą można mówić o zdolności do podejmowania wolnych decyzji po spełnieniu sześciu kryteriów, podzielonych ze względu na stan podmiotu oraz charakter samego działania.

Wypracowaną perspektywę zintegrowano z mechanizmem pętli korowopodkorowych, ukazując go jako kandydata do materialnego podłoża sprawności woli. Przedstawiona propozycja wpisuje się częściowo w kompatybilistyczną koncepcję autonomii naturalnej Henrika Waltera, psychiatry i teoretyka neurofilozofii. Zgodnie z nią wolna wola wiąże się ze zdolnością podjęcia innej decyzji w podobnych okolicznościach, czyli możliwością

wykazywania elastyczności podczas działania zgodnie ze zrozumiętymi powodami, mającymi swoje źródła w indywidualnych intencjach, normach i wyznawanych wartościach (Walter, 2002).

Bibliografia

- Alexander, G., DeLong, M., Strick, P. [1986]. Parallel Organization of Functionally Segregated Circuits Linking Basal Ganglia and Cortex. *Annual review of neuroscience*, 9:357–381.
- Frankfurt, H. [1997]. Wolność woli i pojęcie osoby. W: J. Hołówka (red.), *Filozofia moralności. Postanowienie i odpowiedzialność moralna*, 21–39. Aletheia, Warszawa.
- Gorzelańczyk, E. J. [2011]. Functional Anatomy, Physiology and Clinical Aspects of Basal Ganglia. W: J. Peres (red.), *Neuroimaging for Clinicians*, rozdz. 6. IntechOpen, Rijeka.
- Koffarnus, M., Kaplan, B. [2017]. Clinical models of decision making in addiction. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 164:71–83.
- Sinnott-Armstrong, W., Pickard, H. [2013]. What is addiction? *Oxford Handbook of Philosophy of Psychiatry*, 851–864.
- Stoops, W., Kearns, D. [2018]. Decision-making in addiction: Current knowledge, clinical implications and future directions. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 164:1–3.
- Vohs, K., Baumeister, R. [2009]. Addiction and free will. *Addiction Research & Theory*, 17:231–235.
- Walter, H. [2002]. Neurophilosophy of Free Will. W: R. H. Kane (red.), *The Oxford Handbook on Free Will*. Oxford University Press.

„I usłyszał głos. . .” – testowanie predykcyjnego wykrywania agentów w modalności słuchowej

Piotr Szymanek
Uniwersytet Jagielloński
piotr.szymanek@student.uj.edu.pl

Zgodnie z teorią Stewarta Guthrie (1980), za genezę religii odpowiedzialna jest uniwersalna tendencja ludzkiego umysłu do rozumienia zjawisk za pomocą antropomorficznego schematu poznawczego. Teoria ta została rozwinięta przez Justina Barretta i Jonathana Lanmana (2008), którzy postulowali istnienie modułu nadaktywnego wykrywania sprawstwa (HADD), przyczyniającego się do rozpowszechnienia idei religijnych. Badania empiryczne nie przyniosły jednak solidnych dowodów na istnienie związku antropomorfizacji z religią (Andersen, 2017; Van Leeuwen i Elk, 2018). W odpowiedzi na kryzys teoretyczny pojawił się nowy model, który odwraca kierunek postulowanej dotychczas relacji między błędem poznawczym antropomorfizacji a religią: model predykcyjny (Andersen, 2017).

Zgodnie z tym modelem, opartym na teorii kodowania predykcyjnego, przekazy religijne dostarczają umysłowi danych, na podstawie których generuje on antropomorficzne predykcje, w szczególności co do istnienia w otoczeniu nadprzyrodzonych agentów. Predykcje te, w połączeniu z wysokim szumem percepcyjnym, mogą prowadzić do powstania fałszywych alarmów: wykrycia obecności agenta, mimo, że wcale go tam nie ma. W taki oto sposób model predykcyjny jest w stanie wyjaśnić niezwykle doświadczenia religijne w kategoriach standardowego działania „bayesowskiego umysłu”.

Na korzyść modelu predykcyjnego przemawiają rezultaty badania przeprowadzonego w wirtualnej rzeczywistości (Andersen *i in.*, 2019). Uczestnicy poproszeni byli o wykrywanie istot podczas eksploracji lasu. Otrzymali przy tym informację, że w lesie mogą spotkać – w zależności od warunku – dużą liczbę albo bardzo niewiele istot; manipulowano też zaimplementowaną w lesie mgłą, by wytworzyć niestabilne warunki percepcyjne. W lesie nie było tak naprawdę żadnych istot. Wyniki badania wskazują, że podwyższenie oczekiwanej ilości istot oraz szum percepcyjny istotnie zwiększają liczbę fałszywych alarmów podczas wykrywania agentów.

W moim wystąpieniu chciałbym zaprezentować wyniki własnego badania, będącego konceptualną replikacją powyższego eksperymentu, przeniesioną do modalności słuchowej. Zadaniem uczestników badania jest nasłuchiwanie głosów człowieka w zaprezentowanych im dźwiękach, które nie zawierają de facto żadnego głosu. Manipulowaną zmienną jest, podobnie jak w oryginalnym badaniu, stopień oczekiwań co do ilości bodźców oraz brak lub obecność szumu percepcyjnego. W badaniu dodatkowo mierzony jest poziom przekonań religijnych i paranormalnych uczestników jako potencjalny moderator efektu.

Wyniki tego eksperymentu pozwolą sprawdzić, czy wysokie predykcje oraz zakłócenia w percepcji są w stanie wywołać więcej słuchowych fałszywych alarmów, niż w przypadku niskich predykcji i stabilnych warunków percepcyjnych. Taki efekt może być odpowiedzialny za nadzwyczajne doświadczenia audialne, których świadectw nie brak w wielu tradycjach religijnych i nurtach wierzeń paranormalnych. Czy głos Boga kryje się w szumie wiatru i liści, jeśli to właśnie tam go nasłuchujemy?

Bibliografia

- Andersen, M. [2017]. Predictive coding in agency detection. *Religion, Brain and Behavior*, 9(1).
- Andersen, M., Pfeiffer, T., Müller, S., Schjoedt, U. [2019]. Agency detection in predictive minds: a virtual reality study. *Religion, Brain & Behavior*, 9(1):52–64.
- Barrett, J. L., Lanman, J. A. [2008]. The science of religious beliefs. *Religion*, 38(2):109–124.
- Guthrie, S. [1980]. A Cognitive Theory of Religion. *Current Anthropology*, 21(2).

Van Leeuwen, N., Elk, M. [2018]. Seeking the Supernatural: The Interactive Religious Experience Model. *Religion Brain & Behavior*, 9(3).

Spółeczny wymiar afordancji w praktyce badawczej

Mateusz Tofilski
Uniwersytet Śląski w Katowicach
tofilski.us@gmail.com

James Gibson, twórca koncepcji afordancji pisał, że „najbogatsze i najbardziej wyszukane afordancje środowiska są dostarczane przez inne zwierzęta, a dla nas, przez innych ludzi” (Gibson, 2015). Mimo to termin ten na ogół kojarzony i często sprowadzany jest do opisu interakcji pomiędzy agentem a elementami otaczającego go świata fizycznego. Z kolei pojawiające się w literaturze pojęcie afordancji społecznych bywa różnie definiowane, ale zwykle odnosi się do relacji pomiędzy perceptorem a środowiskiem społecznym, w tym przede wszystkim do relacji interpersonalnych (Loveland, 1991). W ten sposób odróżnia się je od standardowych afordancji ekologicznych, również i tych determinowanych kulturowo. Ich cechą charakterystyczną jest to, że dotyczą one działań podejmowanych przez innych agentów bądź współdziałania z nimi.

Wyodrębniając ten typ z ogólnego zbioru afordancji można za Aniką Fiebich określić afordancje interpersonalne wynikające z odpowiedzi na zachowanie innych ludzi jako podzbiór w obrębie afordancji ekologicznych (Fiebich, 2014). To z kolei odróżnia problem afordancji o interpersonalnym charakterze od ogólniejszej dyskusji o afordancjach społecznych, która dotyczy ewentualnej pierwotności niszy społecznej jako ewolucyjnie ukształtowanego środowiska życia człowieka, a więc i roli kontekstu społeczno-kulturowego w odbieraniu przez niego afordancji w ogóle (czy przypadkiem wszystkie afordancje nie są w jakimś sensie społeczne jako elementy kształtujące sociomaterialność (*sociomateriality*), w której żyje człowiek (Dijk i Rietveld, 2017)).

Pytanie o społeczny wymiar afordancji można zatem rozbić na ogólną kwestię dotyczącą ewentualnych społecznych uwarunkowań postrzegania afordancji (pytanie o afordancje społeczne *sensu largo*), jak i problem afordancji będących częścią opisu interakcji pomiędzy agentami oraz współdziałania między nimi (*sensu stricto*). W obu przypadkach, mimo ogólnej zgody co do uwzględniania kontekstu społeczno-kulturowego w badaniu afordancji, w poszczególnych stanowiskach widoczne są różnice w przypy-

sywanym mu znaczeniu oraz szerokości jego oddziaływania (na przykład, czy dotyczy on wszystkich rodzajów afordancji, czy też tylko ich specyficznej grupy jak w przypadku podziału Alana Costalla na afordancje ogólne i kanoniczne (Costall, 1995). Podstawowym celem referatu jest analiza bieżącej dyskusji na temat i osadzenie jej w kontekście praktycznych prób wykorzystania pojęcia afordancji w architekturze (Jelić *i in.*, 2016) oraz badaniu systemów informacyjnych (Volkoff i Strong, 2017).

Bibliografia

- Costall, A. [1995]. Socializing Affordances. *Theory & Psychology*, 5:467–481.
- Dijk, L., Rietveld, E. [2017]. Foregrounding Sociomaterial Practice in Our Understanding of Affordances: The Skilled Intentionality Framework. *Frontiers in Psychology*, 7.
- Fiebich, A. [2014]. *Perceiving Affordances and Social Cognition*, 149–166. Springer Netherlands, Dordrecht.
- Gibson, J. J. [2015]. *The Ecological Approach to Visual Perception*. Psychology Press, New York.
- Jelić, A., Tieri, G., De Matteis, F., Babiloni, F., Vecchiato, G. [2016]. The Enactive Approach to Architectural Experience: A Neurophysiological Perspective on Embodiment, Motivation, and Affordances. *Frontiers in Psychology*, 7:481.
- Loveland, K. [1991]. Social Affordances and Interaction II: Autism and the Affordances of the Human Environment. *Ecological Psychology*, 3:99–119.
- Volkoff, O., Strong, D. [2017]. *Affordance theory and how to use it in research*, 232–246.