

Dr hab. Adam Tarnowski
Instytut Psychologii
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
W Toruniu

**Recenzja dorobku dr Krzysztofa Krejtza jako osiągnięcia naukowego
wskazanego jako podstawa ubiegania się o nadanie stopnia doktora
habilitowanego.**

W odpowiedzi na pismo Dyrektora Instytutu Psychologii Uniwersytetu SWPS przedstawiam ocenę osiągnięcia naukowego, wskazanego przez Habilitanta, jak również pozostałego dorobku naukowego przedstawionego we wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Osiągnięcie naukowe składa się z 9 artykułów naukowych, dla których łączącym motywem jest formalna analiza dynamiki wzroku w trakcie różnorodnych zadań. Wśród wspomnianych 9 pozycji 7 stanowią artykuły naukowe w czasopismach (w pięciu Habilitant jest pierwszym autorem), zaś dwie pozycje pochodzą z recenzowanych materiałów pokonferencyjnych. Ilościowo zatem dorobek spełnia warunki sugerowane w rekomendacjach Komitetu Psychologii PAN. Habilitant przedstawił również oświadczenia współautorów, potwierdzające jego wkład w publikację.

Habilitant jest również autorem lub współautorem 21 rozdziałów w monografiach (11 jako pierwszy autor), 20 artykułów naukowych (5 jako pierwszy autor), 31 tekstów w recenzowanych materiałach konferencyjnych, ponadto był redaktorem 5 monografii i autorem 64 wystąpień konferencyjnych oraz organizatorem szeregu konferencji. Jest członkiem trzech towarzystw naukowych.

Zanim przejdę do szczegółowych uwag zaznaczam, że moja opinia o dorobku Habilitanta jest pozytywna. Przedstawił on spójny tematycznie zestaw tekstów naukowych, świadczący o kreatywności i refleksyjności oraz dobrym warsztacie pracy naukowej w nietłętym obszarze na pograniczu psychologii percepcji i zastosowań nowych technologii.

Najbardziej ogólną uwagą krytyczną jest niedosyt przeglądu koncepcji uwagi wzrokowej stanowiących (w mojej opinii) istotne tło dla prezentowanych badań i rozważań. Najbardziej zabrakło mi cechowo-integracyjnej teorii uwagi A. Treismann, sieci uwagowych M. Posnera, modelu *saliency map* Ittiego-Kocha oraz modelu fiksacji Gilchrista i Findlaya. Omawiając poszczególne badania postaram się wskazać, kiedy mogłyby wzbogacić interpretację wyników. Czytając prace stanowiące przedstawione dzieło, miałem poczucie, że uwzględnienie innych perspektyw teoretycznych mogłoby uzupełnić, a może nawet niekiedy zmienić znaczenie uzyskanych wyników. Muszę jednak od razu zastrzec, że dobór perspektyw zaproponowany przez Autora jest prawidłowy i uzasadniony, więc swoje uwagi traktuję w ogromnej części raczej jako propozycję uzupełnienia interpretacji lub sugestię być może przydatną w dalszych badaniach.

Należy, jak sądzę zastrzec, że oceniając dzieło w formie zbioru artykułów należy liczyć się z selekcją wyjaśnień teoretycznych, i Autor ma do niej pełne prawo. Najprawdopodobniej monografia umożliwiłaby naszkicowanie bardziej obszernego tła. Większość wspomnianych teorii (poza modelem Gilchrista) można zidentyfikować jako, używając rozróżnienia Habilitanta, teorie „co”, ale moim zdaniem nie można ich wyłączać z rozważań.

Pierwszy omawiany artykuł (Krejtz, K., Duchowski, A. Krejtz, I. Szarkowska, A., & Kopacz, A. (2016). Discerning Ambient/Focal Attention with Koeficjent K . *ACM Transactions on Applied Perception* 13, 3, 11:1–11:20) dotyczy konstrukcji i walidacji współczynnika K mierzącego dynamikę procesów uwagowych na wymiarze rozproszone-skoncentrowane. Współczynnik został ściśle zdefiniowany, a następnie sprawdzono jego trafność teoretyczną w dwóch eksperymentach, w których manipulowano trudnością przetwarzania wzrokowego. Pierwsza manipulacja dotyczyła wyszukiwania określonych wzorców wizualnych o zróżnicowanej złożoności, w drugim eksperymencie Autorzy zastosowali audiodeskrypcję jako metodę ułatwiającą percepcję materiału wzrokowego. Wyniki badania były zgodne z oczekiwaniami Autorów, co stanowi potwierdzenie użyteczności współczynnika K .

Badanie uważam za poprawne metodologicznie i prawidłowo zinterpretowane. Niemniej, zabrakło mi analizy materiału w aspekcie przetwarzania top-down (dominującego w drugim eksperymencie) i bottom-up (stanowiącego podstawę manipulacji w badaniu pierwszym).

Drugi artykuł (Krejtz, K., Wisiecka, K., Krejtz, I., Holas, P., Olszanowski, M., & Duchowski, A.T. (2018). Dynamics of emotional facial expression recognition in individuals with social anxiety. In *Proceedings of the 2018 ACM Symposium on Eye Tracking Research & Applications (ETRA '18)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 43, 1–9., publikacja w

recenzowanych materiałach pokonferencyjnych) poświęcony jest przetwarzaniu informacji afektywnej, z udziałem osób z objawami fobii społecznej. Badacze postawili trzy hipotezy, z których szczególnie istotna wydaje się trzecia, mówiąca o mniejszym zaangażowaniu poznawczym osób z fobią społeczną. Wyniki eksperymentu wykazały przewagę dodatniego współczynnika K , oraz wzrost wielkości źrenicy (oznaczający większe zaangażowanie poznawcze). Zgodnie z oczekiwaniem, wskaźniki te u osób z fobią przyjmowały wartości mniejsze. W mojej opinii jest to bardzo istotny wynik, ponieważ został uzyskany na podstawie dwóch wskaźników, mierzonych w sposób niezależny. Oprócz zatem weryfikacji ważnej hipotezy dotyczącej wpływu fobii na podstawowe procesy percepcyjne uzyskano dodatkową walidację współczynnika K .

Trzecia publikacja (Krejtz, I., Krejtz, K., Wisiecka, K., Abramczyk, M., Olszanowski, M., & Duchowski, A.T. (2020). Attention Dynamics During Emotion Recognition by Deaf and Hearing Individuals, *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 25, 1, 10–21.) również dotyczy pogranicza psychologii klinicznej, i jest poświęcona dynamice percepcji wzrokowej u osób głuchych podczas rozpoznawania emocji. Autorzy oczekiwali, że w osoby niesłyszące charakteryzować się będą bardziej skupionym typem przetwarzania, przy czym efekt będzie moderowany przez rodzaj rozpoznawanych emocji. Uzyskano bardzo interesujące wyniki, poszerzające wiedzę o dynamice percepcji wzrokowej w czasie przetwarzania informacji wizualnej w ekspresji twarzy. Należy jednak zauważyć, że wyniki w tym badaniu jedynie częściowo przewidywane były przez hipotezy. Większość obserwacji (przechodzenie do rozproszonego typu przetwarzania w następstwie rozpoznania emocji negatywnych) m charakter wniosków post-hoc i powinna być traktowana jako element modelu wymagający replikacji i weryfikacji.

Problematyka entropii procesu przetwarzania informacji wzrokowej i weryfikacja miar deterministyczności procesu percepcji była przedmiotem kolejnej publikacji przedstawionej jako element osiągnięcia naukowego (Krejtz, K., Duchowski, A. Szmidt, T., Krejtz, I., Gonzalez Perilli, F., Pires, A., Vilaro, A., & Villalobos, N. (2015). Gaze Transition Entropy. *ACM Transactions on Applied Perception* 13, 1, 4:1–4:20). Autorzy wykazali efektywność proponowanych miar, niemniej pozostaje pewna wątpliwość- brak odniesienia do fizycznej wyrazistości (*saliency*) prezentowanych obiektów. W mojej opinii porównanie symulacji uwagi wzrokowej opartej na wyrazistości z rejestrowaną aktywnością okoruchową byłoby bardziej uniwersalną metodą rozwiązania problemu deterministyczności spostrzegania. Dodatkowo, rozkład wyrazistości (np. wg symulacji opartej na modelu Ittiego i Kocha, 2001) może służyć jako zobiektywizowana miara entropii wizualnej obrazu (ilościowa miara występowania obiektów przyciągających uwagę).

Przedmiotem kolejnego opracowania (Krejtz, K., Duchowski, A.T., Krejtz, I., Kopacz, A., & Chrzastowski - Wachtel, P. (2016). Gaze Transitions when Learning with Multimedia. *Journal of Eye Movement Research* 9, 1, 1–17) jest dynamika uczenia się multimedialnego. W badaniu porównywano uczenie się z wykorzystaniem ilustracji statycznych, dynamicznych i interaktywnych. Wykazano silniejsze obciążenie poznawcze uczniów podczas uczenia się interaktywnego. Co ważne, pomimo wydłużenia czasu uczenia się Autorzy wykazali głębsze przetwarzanie (spadek entropii przejść) w przypadku interaktywnej, angażującej formy instrukcji. Autorzy nie tylko wskazują na praktyczne aplikacje ale również dyskutują teoretyczne implikacje swojego odkrycia. Przeprowadzone badanie w mojej opinii jest poprawne i nie nasuwa większych wątpliwości metodologicznych.

W kolejnej pracy (Krejtz, K., Duchowski, A. T., Niedzielska, A., Biele, C., & Krejtz, I. (2018). Eye tracking cognitive load using pupil diameter and microsaccades with fixed gaze. *PLoS ONE* 13, 9, 1–23.) Autorzy badali okoruchowe miary obciążenia poznawczego w trakcie wykonywania zadań poznawczych o zróżnicowanej trudności. Wykazano efektywność zarówno zmienności wielkości źrenicy jak też amplitudy mikrosakad. O ile pierwszy z wyników stanowi replikację znanego efektu, analiza mikrosakad jest stosunkowo nowym podejściem, mającym wiele zalet w stosunku do tradycyjnych metod (niezależność od zmian oświetlenia oraz nieinwazyjność).

Konstrukcja eksperymentu budzi jednak w mojej opinii poważną wątpliwość. Ruchy oka są spontaniczną aktywnością eksploracyjną człowieka i powstrzymywanie się od nich przez dłuższy czas może być poważnym obciążeniem, powodującym zmęczenie i obniżenie sprawności poznawczej. Wydaje się, że z perspektywy osoby badanej powstrzymywanie ruchów oka może wręcz stać się pierwszoplanowym zadaniem, trudniejszym od eksponowanych operacji arytmetycznych. Nie jest dla mnie jasne również użycie skali NASA-TLX do kontroli obciążenia- skala została okrojona, a następnie wyliczono wynik sumaryczny (najczęściej korzysta się z wyników wszystkich skal). W mojej opinii zabieg taki powinien być lepiej uargumentowany, a zmodyfikowane narzędzie sprawdzone w badaniu pilotażowym.

Kolejna praca (Duchowski, A. T., Krejtz, K., Zurawska, J., House, D. (2019). Using microsaccades to estimate task difficulty during visual search of layered surfaces. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 26(9), 2904-2918.) w dużym stopniu odpowiada na wątpliwości odnoszące się do poprzedniego artykułu. Autorzy wykorzystali materiał o rosnącej złożoności graficznej, uzyskując obserwowalny wzrost amplitudy mikrosakad i dominacji przetwarzania skupionego (mierzonego współczynnikiem K).

Nawiązując do poprzedniego komentarza muszę zauważyć, że traci on na aktualności, gdyż nawet kiedy badani nie byli zmuszeni do utrzymywania fiksacji, uzyskano replikację efektu wzrostu amplitudy mikrosakad. Badanie stanowi ponadto kolejny argument na rzecz użyteczności współczynnika K .

Ósma publikacja (Krejtz, K., Zurawska, J., Duchowski, A.T., & Wichary, S. (2020). 'Pupillary and Microsaccadic Responses to Cognitive Effort and Emotional Arousal During Multi-Attribute Decision Making. *Journal of Eye Movements Research*, 13, 5, 2) opisuje eksperyment, w którym badani proszeni byli o podejmowanie decyzji na podstawie zróżnicowanej ilości wskazówek, dodatkowo zaś manipulowano reakcjami emocjonalnymi przez prezentację obrazów awersyjnych lub przyjemnych. Zmiennymi zależnymi były zarówno wskaźniki pupilometryczne jak też charakterystyka wewnątrzfixacyjnych ruchów oka. Wykazano, że właśnie wskaźniki bazujące na aktywności mikrosakadycznej są powiązane specyficznie z obciążeniem zadaniowym, podczas gdy dynamika wielkości źrenicy koreluje zarówno z trudnością zadania, jak i emocjami (negatywnymi).

W mojej opinii właśnie ta praca opisuje najciekawszy wynik uzyskany w prezentowanej serii badań. Prawidłowa metodologia, zaawansowana operacjonalizacja zmiennych oraz niebanalny wynik stanowią o jej wartości. Oprócz znaczenia teoretycznego praca ma też znaczenie metodologiczne- naukowcy zajmujący się tą problematyką powinni uwzględniać wynik w doborze wskaźników obciążenia i pobudzenia.

Ostatnia praca. (Duchowski, A.T., Krejtz, K., Gehrer, N.A., Bafna, T., & Bekgaard, P. (2020). The Low/High Index of Pupillary Activity, *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–12) dotyczy walidacji wskaźnika LHIPA, odzwierciedlającego zmiany wielkości źrenicy.

Wskaźnik wykazał bardzo interesujące własności- nie tylko zgodnie z oczekiwaniem różnicował poziom obciążenia poznawczego, ale też może być stosowany bez konieczności ograniczenia ruchów oka. Ograniczanie takie w mojej opinii ogranicza drastycznie trafność zewnętrzną wszelkich badań z wykorzystaniem ruchów oka, toteż prezentowany wskaźnik jest kolejnym ważnym wskaźnikiem wzbogacającym warsztat badacza aktywności okulo-motorycznej. Jedyna uwaga krytyczna z mojej strony dotyczy warunku drugiego. Obciążenie pamięci roboczej zadaniem n-back jest zadaniem bardzo trudnym, i moim zdaniem wyjaśnienie braku efektu przez „łatwość” zadania i efekt podłogowy nie jest trafne. Relacja między procesami pamięci roboczej a kontrolą ruchów oka nie jest prosta. Piszący te uwagi w znacznie prostszym (co prawda) eksperymencie zaobserwował skracanie się czasów reakcji

ruchów oka wraz z rosnącym obciążeniem pętli artykulacyjnej (a więc efekt przeciwny do oczekiwanej replikacji wyniku Sternberga).

Podsumowując, przedstawione dziewięć prac deklarowanych jako osiągnięcie naukowe Habilitanta stanowi istotny i oryginalny wkład do rozwoju dyscypliny. Co ważne, Habilitant wnosi nowe wartości zarówno do teorii, jak i do metodologii (współczynnik K , specyficzność amplitudy mikrosakad jako wskaźnika obciążenia poznawczego) a nawet praktyki (badania osób z fobią).

Do słabszych stron zaliczyć należy brak dyskusji pomiędzy poglądami Autora a szeregiem naukowców tworzących powszechnie akceptowane modele uwagi wzrokowych. Szczególnie zabrakło mi kontekstu:

- a. Sieci uwagowych Posnera (Petersen, Posner 2012). Współdziałanie sieci orientacyjnej i wykonawczej może być alternatywnym wyjaśnieniem zjawisk interpretowanych jako wspomniany wymiar.
- b. Modelu Findlaya i Gilchrista (2003; Findlay Walker 1999) opisujący kolejne fiksacje i sakady jako wynik przetargu pomiędzy przetwarzaniem informacji centralnej a atrakcyjnością kolejnego punktu fiksacji.
- c. Cechowo-intergacyjna teoria Treisman wyjaśniającej percepcję obiektów złożonych (wymagających umysłowej koniunkcji logicznej cech), wyszukiwanie których przebiega seryjnie oraz wyszukiwania prostych obiektów (definiowanych przez pojedynczą cechę) w których przetwarzanie ma charakter równoległy.
- d. Modelu „map wyrazistości” (*saliency map*) Ittiego i Kocha (2001) pozwala na wyznaczenie elementów obrazu o najwyższej atrakcyjności. Umożliwia m.in. ilościową ocenę entropii obrazu.
- e. Koncepcji *zoom lens model* Ericsona i St Jamesa (1986), którzy podobnie do Autora wyjaśniali zmiany nastawienia na wąskie i szerokie przetwarzanie informacji wzrokowej.
- f. Wymiaru intensywności-ekstensywności uwagi Aliny Kolańczyk (1997, 2011), wiążącej postrzeganie wzrokowe o zmieniającym się zakresie z wyższymi czynnościami poznawczymi.

Przedstawione osiągnięcie ma charakter cyklu publikacji, co sprawia, że wprowadzenia teoretyczne siłą rzeczy opierają się na ostrzejszej selekcji materiału. Zapewne w klasycznej monografii Autor poświęciłby więcej miejsca na dyskusję nie tylko wyników empirycznych, ale również

wieloaspektową syntezę teoretyczną. Jeśli jednak miałbym wskazać konieczne do dyskusji konteksty- modele Ittiego-Kocha oraz Treismann wydają się obowiązkowe.

Druga uwaga odnosi się do relatywnie niewielkich prób. Można to naturalnie wyjaśnić pracochłonnością procedur i pieczołowitą kontrolą zmiennych ubocznych, confirmacyjnym charakterem badań i uniwersalną problematyką daleką od badania różnic indywidualnych. Niemniej, dość przypadkowo zmieniający się np. skład płci osób badanych wskazuje na dość swobodne podejście do doboru prób. Wielkość prób powinna być ustalana na podstawie obiektywnych kryteriów (mocy testu, oczekiwanej siły efektu) przed badaniem. Jeśli natomiast badacze analizują próby kierując się możliwościami technicznymi badań, konieczna jest analiza mocy.

Ostatnia uwaga jest znacznie drobniejsza. Z technicznego punktu widzenia warto ujednolicić warunki rejestracji okulograficznej. Precyzyjne wyliczenia, niezbędne do wyliczenia współczynnika K powinny w mojej opinii bazować na rejestracjach o ustalonej częstotliwości (w artykułach od 60 Hz do 1000 Hz).

O wkładzie Autora w stan wiedzy dyscypliny naukowej świadczy systematyczna eksploracja dwóch ważnych wątków- zarządzania uwagą wzrokową oraz obciążenia poznawczego. Przedstawione badania podstawowe już dziś dają się dobrze wpisać w kontekst teoretyczny, twórczo go rozwijając, w przyszłości zaś mogą mieć znaczenie również dla praktyki (np. ergonomii poznawczej).

Ogromną zaletą serii publikacji jest międzynarodowy charakter zespołu badawczego, realizującego opisane projekty. Ważne, że odnosi się to nie tylko do tworzenia samych publikacji, ale również badania prowadzone były w różnych krajach i kulturach. W jasny i satysfakcjonujący sposób przedstawiono wkład Habilitanta w powstawanie prac, stąd można z pełnym przekonaniem wyrazić uznanie dla jego dorobku.

Silne strony zatem znacząco przewyższają słabości prezentowanych badań. Wskazane punkty (jak wspomniałem na wstępie) traktuję raczej jako sugestie do wykorzystania w dalszej pracy naukowej.

Zaprezentowane w Autoreferacie informacje dotyczące działalności naukowej (staże, projekty, udział w konferencjach) oraz dydaktycznej Habilitanta uzupełniają sylwetkę wszechstronnego, samodzielnego naukowca, wykazującego kompetencje w zakresie stawiania problemów, organizacji i realizacji badań oraz formułowania syntez teoretycznych. Habilitant systematycznie realizował aktywność naukową w ośrodkach naukowych (pięciu zagranicznych i dwóch krajowych).

Na uznanie zasługuje również przekazywanie wiedzy w ramach działalności popularyzatorskiej i dydaktycznej.

Reasumując, z pełnym przekonaniem, kierując się standardami Komitetu Psychologii PAN stwierdzam, że przedstawione publikacje dr Krzysztofa Krejtz stanowią cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych spełniających ustawowe wymagania. Dr Krzysztof Krejtz wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Tym samym, Dr Krzysztof Krejtz spełnia warunki opisane w art. 219. *Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* i może uzyskać stopień doktora habilitowanego nauk społecznych w dyscyplinie Psychologia.

Biorąc powyższe pod uwagę wnoszę o dopuszczenie dr Krzysztofa Krejtz do dalszych etapów postępowania awansowego.



Literatura cytowana:

- Findlay, J.M. & Gilchrist, I.D. (2003). *Active Vision: The Psychology of Looking and Seeing*. Oxford: Oxford University Press.
- Itti L., Koch Ch. (2001). Computational modeling of visual attention. *Nature Reviews- Neuroscience*, 2, 194-203.
- Kolańczyk, A. (2011). Uwaga ekstensywna. Model ekstensywności vs. intensywności uwagi. *Studia Psychologiczne (Psychological Studies)*, 49(3), 7-27.
- Kolańczyk, A., (1997). Uwaga w procesie przetwarzania informacji. W M. Materska i T. Tyszka (red.) *Psychologia i poznanie*. S. 78-102. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN
- Petersen, S. E., & Posner, M. I. (2012). The attention system of the human brain: 20 years after. *Annual review of neuroscience*, 35, 73-89.