

Kraków, 20/09/2023

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. Bartosza Barana
pt. „Percepcja geometrycznych cech środowiska
w zachowaniach nawigacyjnych owadów na przykładzie
świerszcza domowego (*Acheta domestica*)”**

Faculty of
Biology

Uwagi ogólne

Rozprawa doktorska mgr. Bartosza Barana została napisana w Instytucie Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiskowej Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, pod kierunkiem dr. hab. Mirosława Nakoniecznego w roli promotora oraz dr. hab. Mateusza Hohola w roli promotora pomocniczego.

Institute of
Environmental
Sciences

Rozprawa napisana została w języku polskim, w klasycznym układzie monografii. Obszerny wstęp stanowi wyczerpujące wprowadzenie w temat orientacji przestrzennej zwierząt opartej na percepcji uwarunkowań geometrycznych. Po nim następuje opis zastosowanych metod oraz opis uzyskanych wyników, wraz z dyskusją umiejscawiającą je w kontekście obecnego stanu wiedzy.

Poprawność i jakość redakcji rozprawy

Pod względem estetyki, poprawności językowej i przejrzystości rozprawa została przygotowana bardzo dobrze. Nie mam większych krytycznych uwag do samego układu pracy – może z wyjątkiem nieco dezorientującego rozdziału opisu metod i wyników dwóch opisywanych w pracy eksperymentów (więcej o tym w kolejnych częściach recenzji). Pod względem edytorskim największym mankamentem pracy są przedstawione w niej ilustracje. Wykresy przedstawiające dane ilościowe zostały przygotowane w kilku różnych paradygmatach wizualnych środowiska obliczeniowego R (różne pakiety graficzne: *graphics*, *lattice*, *ggplot2*). Praca bardzo zyskałaby na przejrzystości i spójności, gdyby wykresy (oraz np. tego samego rodzaju wykresy) miały podobny styl i kodowanie barwne. Co do samego kodowania – użyte kolory nie są do końca przyjazne dla osób z deficytami widzenia barwnego. Wreszcie – Fig. 3 jest ilustracją zbyt skomplikowaną i trudną do odczytania: brakuje w niej znaczników porządkujących przepływ informacji i ułatwiających czytanie ilustracji, nie bardzo wiadomo gdzie na diagramie znajdują się końcowe punkty opisywanych procedur, wreszcie – trudno z niego wywnioskować, czy opisane tam eksperymenty w jakikolwiek sposób współdziałały te same osobniki użytych w badaniach zwierząt (lektura dalszych rozdziałów pozwala stwierdzić, że – o ile dobrze je odczytuję – nie, ale jest to coś co powinno bardzo jasno wynikać z takiego diagramu).

Gronostajowa 7
PL 30-387 Kraków
tel. +48(12) 664 52 00
szymek.drobnik@uj.edu.pl

Nieliczne zastrzeżenie językowe, stylistyczne oraz edytorskie dotyczą sporadycznie nieprawidłowego użycia przecinków oraz – przede wszystkim – dość częstego w całej rozprawie używania słabo ugruntowanych, obco brzmiących, nieznanych w języku polskim lub zwyczajnie niefortunnnych wyrażen i terminów (np. lezje – zamiast uszkodzenia; prymaty – zamiast naczelné; kontrybucje – zamiast wkład; nabywanie wspomnień – zamiast zapamiętywanie; prawidła – zamiast prawa/zasady/reguły; detrymentalne – zamiast szkodliwe; bład typu pierwszego – zamiast bład I rodzaju). Wreszcie, jeśli idzie o poprawnośc bibliografii – jest ona dobrze skonstruowana i sformatowana. Mam zastrzeżenie, co do doboru niektórych pozycji (np. zamiast cytować ogólne/zbiorcze pozycje takie jak Chittka 2022 raczej wskazywałbym bardziej specyficzne prace, precyzyjniej związane z obiektem cytacji).

Moja ostatnia uwaga nie jest w zasadzie krytyką – co raczej rekomendacją. Praca doktorska napisana jest w typowy dla polskich prac sposób: z wykorzystaniem bezosobowych określeń („zrobiono”, „zmierzono”) czy też z użyciem strony biernej („zostały poddane”). Niezmiennie bardzo zachęcam do stosowania pierwszej osoby i strony czynnej – od razu sprawi to, że praca będzie bliższa czytelnikowi (oraz osobie, która ją tworzyła i stała za wykonanymi badaniami).

Wartość i poprawnośc naukowa rozprawy

Podstawowym celem rozprawy doktorskiej było przetestowanie roli geometrii środowiska (symetria i kategoryzacja kształtów stosowanych aren) w determinacji wzorców uczenia się przestrzennego i jej roli w kształtowaniu zachowań eksploracyjnych zwierząt. Modelem badawczym stał się świerszcz domowy, zaś samych analiz dokonano z wykorzystaniem interesującego układu stanowiącego modyfikację paradygmatu doświadczalnego Tennessee Williamsa. Przeprowadzone badania zaprojektowano tak, by krok po kroku rozpracować kolejne poziomy złożoności w relacjach istniejących między strukturą geometryczną środowiska a zachowaniami eksploracyjnymi świerszczy. Pierwszy eksperyment wykazał, że aktywnośc eksploracyjna świerszczy istotnie różni się pomiędzy arenami o różnych kształtach (w szczególności – aktywnośc świerszczy zdawała się być większa na arenach posiadających kąty). W drugim etapie Autorowi udało się wykazać, że skutecznośc uczenia się lokalizacji chłodniejszego punktu areny zależy od symetryczności jej geometrii oraz ściśle opiera się na dostępności bodźców wzrokowych. Wreszcie – w trzecim eksperymencie Autor pokazuje, że obecnośc i brak modalności wzrokowej (przy obecności pozostałych modalności sensorycznych) nie wpływa na skutecznośc zapamiętywania lokalizacji określonego punktu areny.

Tak sformułowany program badawczy jest bardzo ciekawy i wprost nawiązuje do innych, klasycznych już eksperymenów związanych z wykorzystaniem różnych modalności sensorycznych do zdobywania informacji o świecie zewnętrznym (np. klasyczne doświadczenia Chittki na trzmielach). Sam problem wykorzystania abstrakcyjnych cech geometrycznych środowiska jest również intrygującą możliwością, uzupełniającą nasze dotychczasowe rozumienie przestrzennych zachowań zwierząt. Nie chcę tutaj wdawać się w filozoficzne rozważania oraz ocenę ich ujęcia w pracy badawczej Autora – zarówno pod kątem wprowadzenia do badań, jak i ich dyskusji strona filozoficzna wydaje się być opracowaną wyczerpująco (choć jednocześnie

muszę przyznać, że nie będąc filozofem nie oceniam tutaj aspektu, w którym traktowałbym siebie jako eksperta). Chciałbym natomiast odnieść się do naukowych podstaw zaproponowanych badań z punktu widzenia ekologii ewolucyjnej i behawioralnej zachowań eksploracyjnych zwierząt. Tym, co nieco mnie razi we wprowadzeniu do tematyki badań jest pominięcie dyskusji przestrzennych zachowań wrodzonych (niewymagających uczenia się – jak np. zachowania migracyjne ptaków). Jak obecność takich wzorców zachowania ma się do dość rozległej dyskusji filozoficznych i biologicznych uwarunkowań stojących u założeń przedstawionych badań?

Drugi aspekt dotyczy – również kluczowego dla założeń pracy – wyboru modelu badawczego. Uważam zaproponowaną modyfikację paradygmatu eksperymentalnego Tennessee Williama za bardzo ciekawą. Niemniej jednak – czy nie pomija ona jednego istotnego aspektu biologii owadów? Większość owadów ma na swoich czułkach termoreceptory – narządy mogące potencjalnie wskazywać świerszczom biorącym udział w eksperymencie położenie chłodnego obszaru areny nawet z pewnej odległości. Stałoby to w sprzeczności z istotą zakładanego podejścia – klasyczny układ Tennessee Williama wykluczał takie „wykrycie” poszukiwanego obszaru „na odległość”. Dyskusja tego aspektu powinna znaleźć się w pracy.

Pod względem metodyki samej prezentacji pracy – trudno jest przyklepić się do czegośkolwiek (z wyjątkiem bardziej edytorskich uwag dotyczących np. ilustracji, o których pisałem wyżej). Chciałbym jednak zauważyć jedno: w pracy w wielu miejscach pojawiają się dość krytyczne i pozbawione szczegółowego komentarza opisy metod i podejść badawczych, w przypadku których trudno jest mi jakkolwiek rozpoznać stojącą za nimi merytorykę (np. „w ramach przeprowadzonej charakterystyki bazowych parametrów ruchu” – czyli w ramach czego?; „wykorzystano osobniki w dobrej kondycji” – czyli jakie, jak wybierane, czym się charakteryzujące?) Najistotniejszy komentarz w kwestii prezentacji metod i podejścia badawczego należy się jednak innej stronie pracy: w dzisiejszych czasach otwartość i reprodukowalność nauki stanowi jeden z kluczowych elementów dobrej nauki. Autor w wielu miejscach opisuje „autorskie skrypty” i inne niestandardowe metody i podejścia oparte np. na specyficznym wykorzystaniu określonych pakietów środowiska obliczeniowego R. Otwarta nauka wymaga, by w takich sytuacjach

Wreszcie – ostatni krytyczny aspekt naukowej strony założeń pracy: brakło mi w niej klarownych przewidywań. Mimo uwzględnienia dość rozbudowanej sekcji z celami pracy – są one dość ogólne i nie dają konkretnych, testowalnych przewidywań, do których można by się odnieść w wynikach przeprowadzonych badań.

Poprawność merytoryczna zastosowanych metod i interpretacji

Praca mgr. Bartosza Barana jest złożona i dobrze przemyślana. Nie będę tutaj odnosił się (w interesie skrócenia mojego wywodu) do aspektów, z którymi się zgadzam, bądź do których nie mam zarzutów. Jest jednak kilka kluczowych aspektów pracy, które z punktu widzenia merytorycznego wymagają zauważenia i ewentualnej dyskusji.

- 1) Jak słusznie zauważa sam Autor – zamiana jednego, konkretnego modelu areny na inny w trakcie przeprowadzanych eksperymentów może być odpowiedzialna za brak możliwości porównania wyników II i



III podprojektu. Choć Autor jasno to przyznaje i dodaje, że jest to doskonała ilustracja potrzeby jak najściślejszej standaryzacji metod stosowanych w eksperymentach – ja sam nie mógłbym si bardziej nie zgodzić. Standaryzacja warunków eksperymentów jest obecnie uważana za jedną z głównych przyczyn kryzysu reprodukowalności nauk biologicznych. Podejściem, które coraz częściej zaleca się w metodach empirycznych jest tzw. heterogenizacja (ang. *heterogenisation*) – czyli uwzględnienie możliwie szerokiego wachlarza zmienności. Pozwala to nie tyle „kontrolować” konkretne aspekty zmienności, co uwidacznia je – pozwalając im na „uśrednienie się” w bardziej biologicznie realistycznym kontekście. Najprostszym sposobem jej zastosowania tutaj byłoby posiadanie kilku aren każdego kształtu i ich rotacyjne używanie w losowej kolejności.

- 2) Czy położenie obszaru chłodnego było zmieniane i randomizowane w eksperymentach? Opisy wskazują na to, że nie – co w zasadniczy sposób zmienia interpretację wyników, zwłaszcza, że selekcjonowano położenie centralne. Innymi słowy – obserwowane zachowanie może być kombinacją uczenia się położenia tego obszaru i mniej lub bardziej instynktownej tendencji do oddalania się od ścian areny.
- 3) Spore wątpliwości mam co do metryki użytej do zmierzenia położenia owada (odległość od najbliższej ściany). Ponieważ czasowa trajektoria położenia względem ścian (jej kształt) ma zasadnicze znaczenie w procedurze grupowania różnych strategii poruszania się – wybór tej a nie innej metryki w zasadniczy sposób wpływa na wyniki podeksperymentu nr II. Łatwo można wykazać, że matematycznie ten sam wzorzec ruchu (np. po spirali) będzie skutkował drastycznie innym (monotonicznym i jednostajnym vs. sinusoidalnym/ niemonotonicznym) przebiegiem tej trajektorii np. przy zestawieniu ruchu na arenie kołowej i trójkątnej. Będzie to wyłącznie konsekwencja geometrycznego kształtu areny a nie modyfikacji zachowania zwierzęcia.
- 4) W wielu miejscach pracy zastosowano szereg transformacji danych oraz innego rodzaju przetwarzania oryginalnych metryk, które nie jest do końca uzasadnione. Zaczniemy od tego, że nie ma konsekwencji w stosowaniu bądź nie transformacji tego samego rodzaju zmiennych zależnych (np. eksperyment II i III). Co więcej, stosowane są różne rodzaje modeli statystycznych (np. liniowe na danych transformowanych w części II, uogólnione z inflacją zer na danych nietransformowanych w części III). Poważnie utrudnia to odnoszenie poszczególnych sekcji do siebie. Generalnie transformacji nie stosujemy *ad hoc* na podstawie rozkładu danych czy ich spodziewanego charakteru. Transformacja ma sens tylko, jeśli *wartości resztkowe* zastosowanego modelu nie spełniają założeń modelu liniowego (rozkład normalny, homogeniczna wariancja). Czy transformacja zastosowana w pracy była uzasadniona? – ciężko stwierdzić przy braku jakiegokolwiek diagnostyki zastosowanych modeli.
- 5) Brakuje konsekwencji w sposobie ilościowej prezentacji danych – zaczniemy od tego, że przy wykresach albo brakuje opisów na temat rodzaju zastosowanych przedziałów błędów (SE, CI, SD), albo też z dużym prawdopodobieństwem są one błędne (np. SD w Fig 12 – prawdopodobnie są to SE, przynajmniej na to wskazują ich

szerokości). Podobnie – często albo brak jest informacji jak (jaki test) zostały uzyskane określone wartości p testów statystycznych (np. s. 73), albo też pewne różnice są oceniane czysto „na oko”, bez wykorzystania jakichkolwiek testów (np. s. 75).

- 6) Jako zoolog bardzo chętnie przeczytałbym więcej o badanych zwierzętach – jak długo hodowane były one w laboratorium?, jak wsobne były?, jaka była efektywna wielkość ich populacji? Również w tym temacie – jaka była faktyczna próba badawcza zastosowana w pracy? – diagramy sugerują 15 osobników, ale czy były to *te same* świerszcze wielokrotnie wykorzystywane, czy też za każdym razem inna piętnastka?

Podsumowanie i ocena końcowa

Wymienione punkty krytyczne mogą stanowić punkt wyjścia do dyskusji nad interpretowalnością uzyskanych wyników, a także pretekst do interesujących rozważań nad przyszłymi krokami zmierzającymi do rozszerzenia uzyskanych wyników. Nie zmieniają one jednak w żaden sposób faktu, że mgr Bartosz Baran w swojej pracy doktorskiej zaprezentował oryginalne, samodzielnie skonstruowane i przeprowadzone rozwiązanie bardzo interesującego problemu badawczego. Ilość uwag krytycznych jest jedynie oznaką nie tylko wysokiego poziomu samej pracy, ale też mojego osobistego zainteresowania tematem i zastosowanym do jego rozwiązania podejściem. Zaprezentowane wyniki stanowią cenny i nowatorski wkład w rozwój ekologii behawioralnej i jestem pewien, że istotnie przyczynią się do lepszego poznania wciąż słabo rozumianych mechanizmów kognitywnych zaangażowanych w percepcję geometrii środowiska zwierzęcia. Wskazane mankamenty będą więc – mam taką nadzieję – wskazówkami w kolejnych etapach naukowej drogi doktoranta.

Podsumowując – stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr. Bartosza Barana „**Percepcja geometrycznych cech środowiska w zachowaniach nawigacyjnych owadów na przykładzie świerszcza domowego (*Acheta domestica*)**” spełnia warunki określone w art. 187 Ustawy z dn. 20 lipca 2018 r. prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity Dz. U. z 2022 r. poz. 574, ze zm.). Tym samym wnioskuję do Rady Instytutu Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska o dopuszczenie mgr. Bartosza Barana do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Dr hab. Szymon Drobnik