

## Recenzja

dotycząca spełnienia przez **rozprawę doktorską mgr inż. Dawida Kalandyka nt. „Aplikacje metod sztucznej inteligencji ze szczególnym uwzględnieniem algorytmu uczenia się ze wzmocnieniem”** wymagań określonych w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018r. –  
– Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668 z późn.zm.)

### Tytuł rozprawy

Przedstawiona do recenzji rozprawa posiada stosunkowo szeroki (odważnie szeroki) temat „Aplikacje metod sztucznej inteligencji ze szczególnym uwzględnieniem algorytmu uczenia się ze wzmocnieniem”. W przypadku prac położonych tematycznie bliżej innowacji lub optymalizacji tak zakrojony temat byłby niewłaściwy, jednak w przypadku recenzowanej pracy – stanowiącej zbiór powiązanych tematycznie publikacji – tak sformułowany temat jest poprawny i zasadny.

### Ocena układu rozprawy

Zaproponowany układ rozprawy jest czytelny i funkcjonalny, jasno prezentując zawartość poszczególnych części. Załedwie trzy rozdziały pierwszego poziomu to w moim odczuciu bardzo ambitny koncept, nieco ograniczający autorowi swobodę wyrażania się. Osobiście preferuję czteroczęściowy układ: (1) wstęp (motywacja/hipoteza/literatura), (2) materials and methods (co i jak), (3) discussion (interpretacja), (4) results.

O ile (1) i (4) są bardzo wyraźnie obecne w strukturze pracy, rolę (2) przejmuje rozdział „Aplikacje...”, to jednak odrobinę brakuje mi rozdziału „discussion”, który stanowiłby formalny zapis „sedna” pracy naukowca – naukowego dyskursu – nota bene rozprawy.

Dostrzegam jednocześnie spore wyzwanie w pracy będącej opracowaniem cyklu publikacji, aby w sposób czytelny i lekki zebrać osiągnięcia i efekty wszystkich podjętych tam aktywności naukowych i opisać w jednej spójnej narracji. Rozumując tym tropem można założyć że poszczególne artykuły mają każdy swój rozdział „discussion”, a fragment rozprawy w którym naukowiec konfrontuje postawioną hipotezę z wynikami działań został zawarty w podsumowaniu. W takim przypadku uznaję zaproponowany układ rozprawy za akceptowalny kompromis pomiędzy prostotą przekazu a granulacją podjętych aktywności badawczych/sprawozdawczych.

### Ocena zastosowanego piśmiennictwa

Pierwsza część rozprawy zawiera 83 pozycje bibliograficznych, z których wszystkie są zastosowane zasadnie (relevant), w mojej ocenie około 22 pozycje to znane i uznane pozycje w obszarze literatury przedmiotu, ponadto wśród 61 pozostałych prac znacząca większość to pozycje bardzo interesujące/cenne („perelki”), co w sposób jednoznaczny pozwala ocenić przegląd literatury jakościowo. Co do oceny ilościowej (znaczącej nie pod względem wykazania jak największej liczby pozycji, lecz pod względem udokumentowania nakładu pracy włożonej

i znalezionych prac z pogranicza tematyki) to jest to punkt widzenia o znacznie mniejszej dla mnie wadze – bardziej użyteczny jest dobry przegląd literaturowy na 80 prac niż słaby/rozmyty na 160. Ponadto, warto zauważyć, że rozprawa stanowi podsumowanie zbioru publikacji, a w załączonych publikacjach także jest dokonywany każdorazowo przegląd literatury, a występujące tam pozycje literaturowe (243) stanowią o wiele większy zbiór pozycji – istotnych dla danej publikacji. Publikacje wykazane w artykułach autora mają stosunkowo niewielką część wspólną z listą publikacji części pierwszej rozprawy. Dodatkowo, warto zauważyć, że Autor zdecydował się zamieścić zasoby niebędące pracami naukowymi nie w formie bibliografii załącznikowej zgodnej z PN-ISO 690:2012, lecz (prawdopodobnie „dbając o czystość naukową” bibliografii) w formie przypisów dolnych, co poszerza listę zasobów o kolejne 22 pozycje. Pozwana to sformułować wniosek, że autor znalazł nie 83 ciekawych publikacji, lecz około 300 pozycji, co stanowi niezaprzeczone potwierdzenie wywiązania się z poprawnie przeprowadzonego przeglądu literatury.

### Ocena celu pracy kandydata

Ocena celu pracy jest jednym z trudniejszych dla mnie jako recenzenta aspektów tej pracy, głównie z uwagi na swoistą dwoistość aspektu celu w rozprawie. Z jednej strony można byłoby powiedzieć, że cel pracy nie jest jasno sprecyzowany w wymiarze badawczym (jak badania przedstawione w rozprawie przyczynią się do „rozwoju cywilizacji”), co znaczyłoby, że cel pracy nie został prawidłowo i wystarczająco ambitnie wyznaczony. Z drugiej strony można dostrzec, że zagadnienia o których Autor wspomina w podrozdziałach „Motywacja...” i „Hipoteza...” stanowią bardzo szeroki wycinek rzeczywistości i zawierają szereg niezagospodarowanych pól do eksploracji. Oznaczałoby to, że o ile cel pracy nie jest jednoznacznie zawężony, to jednak obejmuje ważne i aktualne wyzwania, których rozwiązania Autor się podjął – w publikacjach.

Właśnie ta druga interpretacja jest w mojej ocenie bardziej trafna, co implikuje następującą moją „ocenę celu pracy”: Cel pracy przedstawiony w rozdziale „Wprowadzenie”, odczytywany przeze mnie z podrozdziału „Hipoteza...” w świetle narracji podrozdziału „Motywacja...” jest bardzo szeroki i odrobinę mało precyzyjny jak na moje oczekiwania. Rozdział 2 („Aplikacje...”) nie precyzuje celu pracy wprost, a jedynie pośrednio przez wskazanie konkretnych pól zastosowań kierując uwagę czytelnika na wybrane aspekty/zastosowania. Rozdział 3 („Podsumowanie...”) nie podejmuje niestety dyskusji dotyczącej celu pracy, przedstawia jedynie rezultat pracy, co więcej w formie nie naukowej tylko biznesowego rozliczenia założeń rozumianych jako kamienie milowe. Autor nie mówi tego wprost, ale nie znalazłszy praktycznego potwierdzenia czy (i w jaki sposób; i w jakim zakresie) działania Autora potwierdziły jego przypuszczenia (czy nie) w części pierwszej rozprawy, postanowiłem poszukać go w części drugiej, tj. w artykułach. Tam udało się znaleźć odpowiedź, w formie częściowej, proporcjonalnej do tematyki danego artykułu.

Dopiero sumując wyniki (a w zasadzie dyskusje dotyczące działań) poszczególnych artykułów załączonych jako integralna część rozprawy, jestem w stanie pozytywnie wyrazić się na temat spełnienia/realizacji postawionego celu pracy. Biznesowe rozliczenie „zrobiono X, zrobiono Y” w rozdziale 3 nie było do tego wystarczające, a zakres działań zadeklarowany w podrozdziale 1.2 był zbyt szeroki, aby jednoznacznie doszukać się odpowiedzi w części pierwszej rozprawy. Natomiast poszczególne artykuły w swojej dyskusji odpowiadają na zagadnienia które zadeklarowano w 1.2, a co więcej, dopiero widząc „potwierdzenie realizacji celów pracy” pod postacią podrozdziałów „dyskusja” (lub podobnych) w każdym z artykułów staje się jasne dlaczego hipoteza jest zakrojona tak szeroko oraz że niebyło to niedopatrzenie lub błąd lecz

potrzeba objęcia całego zbioru publikacji klamrą w ramach której Autor prowadził swoje działania naukowe.

Biorąc pod uwagę potrzebę objęcia wszystkich załączonych/wykazanych artykułów autora wspólną kategorią wyzwania/działania, uważam, że o ile cele i hipoteza są bardzo szerokie, to faktycznie trudno byłoby je sformułować wężiej. Chociaż rozdziału „dyskusja” nie przewidziano w pracy, a rozdział „Podsumowanie” także nie podejmuje dyskusji na temat tego w jaki sposób i w jakim zakresie zdaniem Autora otrzymane wyniki wyczerpują postawione pierwotnie wyzwanie badawcze, to jednak uczciwie oceniając rzetelność działań Autora, a także wliczając część drugą pracy (wklejone artykuły) jako integralną, można uznać że sucha biznesowa forma podsumowania (X – wykonano, Y – wykonano) jest potwierdzona przez zawartość załączonych artykułów.

Niemniej, wolałbym to także widzieć w części pierwszej pracy, zamiast doszukiwać się dobrych lub złych intencji Autora, wypełnienia lub niewypełnienia wymogów stawianych pracom naukowym /rozprawie doktorskiej.

### Ocena zastosowanych metod badawczych

Mając na uwadze poprzedni punkt mojej recenzji, byłem przygotowany na potrzebę poszukiwań odpowiedzi/argumentów w dołączonych artykułach, tymczasem Autor ułatwił czytelnikowi odnalezienie się w podejmowanych przez niego wyzwaniach badawczych, prezentując je w zwięzły sposób w rozdziale 2 („Aplikacje...”). Czytając ten rozdział „za pierwszym razem” widoczny jest inżynierski styl wypowiedzi, wycofujący się nieco ze stylu opisowego, orbitujący wokół technik rzeczowego wyliczania argumentacji (listy numerowane, indeksowane, punktory; czasami nawet trzech poziomów) co może ułatwia usystematyzowanie zawartości, ale niekiedy nie pomaga w utrzymaniu uwagi i zainteresowania. Natomiast po przeczytaniu drugiej części rozprawy – wklejonych artykułów naukowych – motywacja Autora by przedstawić zakres tematyczny każdego artykułu w 2-4 stronach stała się jasna i czytelna.

Biorąc artykuły zamieszczone na stronach 67-160 jako integralną część pracy, a także biorąc pod uwagę syntetyczny opis działań w nich podjętych (strony 18-50), oceniam zastosowane w nich metody badawcze jako zasadne i poprawne (w przypadku rozprawy będącej zbiorem publikacji zapewne nie jest to zaskoczeniem).

Jednocześnie chciałbym wyróżnić i docenić bardzo wysoki poziom „prezentacji” w artykułach Autora. Piękne i kolorowe rysunki, zrzuty, diagramy; czytelne i przejrzyste tabele, narracja prowadzona spokojnym, rzeczowym i spójnym tonem – pozornie nie ma to wiele wspólnego z doborem metod badawczych, jednak moim zdaniem ma bardzo wiele wspólnego z czytelnością zastosowanych metod badawczych w danym artykule. W moim odczuciu to nie są „przypadkowe artykuły”, czy też nie było tak że „Autor dobrze trafił” na przychylnego recenzenta – to są bardzo fajne, zupełnie „broniące się” artykuły, na dobrym poziomie.

Metody badawcze zastosowane w poszczególnych artykułach naukowych części drugiej rozprawy (i syntetycznych opisach rozdziału 2 części pierwszej) są dobrane poprawnie i zasadnie, prowadzą do ciekawych i istotnych wyników, są zweryfikowane aplikacyjnie, moja ocena nie może tu być inna niż pozytywna.

## Ocena części rozprawy dotyczącej omówienia wyników badań

Jak wspomniałem wcześniej, brakuje mi bardziej naukowego przedstawienia wyników niż biznesowe potwierdzenie pozytywnego wykonania w stylu kamieni milowych zawartego w rozdziale 3 („Podsumowanie”).

Nawiązując do słowa „omówienie” w frazie „omówienie wyników badań”, także chętnie zobaczyłbym rozdział, w którym Autor prowadzi dyskusję badacza rozmyślającego nad zakresem i zasadnością uzyskanych wyników.

Natomiast – podobnie jak wcześniej – każdy artykuł ma swoje wyzwania, każdy ma swoją metodę, narrację, dyskusję. Wyniki w każdym z tych artykułów są także rozłączne i mogą wymagać osobnego przedstawienia. W zasadzie to nawet dobrze, że Autor nie próbował takiego podejścia, bo pewnie zamieściłby w części pierwszej rozprawy wklejone fragmenty wyników z artykułów, niepotrzebnie wydłużając rozprawę i zaciemniając koncepcję dokumentu.

Omówienie wyników badań w poszczególnych artykułach – oceniam jako bardzo dobre, ciekawe, poprawne.

Omówienie wyników badań w rozumieniu rozstrzygnięcia jakościowego procesu realizacji prac badawczych wynikających z celu i hipotezy – oceniam jako dobre i poprawne, mimo że przedstawione w formie „rozproszonej” w poszczególnych artykułach. Jednocześnie przyznaję, że nie wiem jaką „lepszą” strategię przyjąłbym na miejscu Autora, aby nie komplikować czytelności dokumentu.

## Informacje dot. praktycznego zastosowania uzyskanych wyników badań

Przedstawiona do recenzji rozprawa proponuje dwa rozdzielne obszary aplikacyjne proponowanych rozwiązań (str.52): segmentację strumienia gestów w pipeline systemów SLR (Sign Language Recognition) -oraz- sterowanie ruchem w obrabiarkach CNC. Niespecjalnie podoba mi się aż taka rozdzielność tych dwóch obszarów, ale rozumiem, że autor chciał przedstawić do oceny całokształt swoich osiągnięć mimo rozdzielności obszarów; rozumiem także możliwość zaistnienia sytuacji, w której autor mógł zostać zaproszony do współpracy w obszarze innym niż docelowy. Traktuję oba te obszary pozytywnie, jako potwierdzające aplikacyjność rezultatów działań badawczych autora.

## Informacje o ewentualnych nieprawidłowościach w rozprawie

Podczas analizy dostarczonej rozprawy nie zauważono żadnych poważnych nieprawidłowości, żadnych aspektów wykluczających zaproponowane/wykonane działania i ich opisów jako istotne do oceny dokonań autora.

Fragmenty dotyczące merytorycznej wartości naukowej były już obecne w przedstawionej w części drugiej rozprawy artykułach – które także były już przedmiotem recenzji, a więc nie jest zaskoczeniem, że tu także nie znalazłem merytorycznych nieścisłości.

„Na poziomie strategicznym” praca jest zupełnie poprawna.

„Na poziomie operacyjnym” chętnie widziałbym jeszcze jeden rozdział, przed podsumowaniem, „Dyskusja”, w którym autor zebrałby otrzymane w poszczególnych aktywnościach badawczych

wyniki, przeanalizował i zinterpretował; przedstawił w odniesieniu do założeń i/lub literatury; przedstawił ograniczenia (limitations) wybranych podejść. Przede wszystkim podjął się umiejscowienie otrzymanych wyników badawczych w szerszym kontekście naukowym.

„Na poziomie taktycznym” praca jest bardzo ładna, napisana lekkim i przyjemnym stylem, bez niepotrzebnego komplikowania. Podczas czytania i analizy znaleziono tylko drobiazgi, takie jak:

- Używanie słowa „dziedzina” wbrew definicji, mając na uwadze nawet nie dyscyplinę ale obszar (str.12 i inne)
- Określenie Big Data mianem bazy danych – jest to znacznie więcej, bo paradygmat (str.12)
- Przypisanie roku 2000 i muzeum Miraikan jako czasu i miejsca upublicznienia robota ASIMO, gdy tymczasem do Miraikan dotarł dopiero w 2002 roku, gdy miał już swoją drugą wersję, która potrafiła biegać i rozpoznawać twarze (wynika to zapewne z niefortunnego opisu na ich stronie, zawierającego rok 2000) (str.12)
- Opisanie robota ASIMO jako potrafiącego „poruszać się w przód, do tyłu oraz na boki” oraz „wydawać różne dźwięki” – co ujęte takimi słowami i w takim zakresie stanowi obelgę dla firmy Honda i oskarżenie w kierunku wydatkowania funduszy na badania (str.13)
- Niejasne sformułowanie „nauka niegotowych odpowiedzi” (str.15)
- Zwrot „Cel ten wydaje się być realny, (...)” zamieszczony na końcu rozdziału 1.1, podczas gdy nie wspomniano o żadnym „celu” wcześniej niż w rozdziale 1.2 (str.17)
- Rys.5 jest słabo czytelny, można było dodać delikatne rameczki lub poprawić kontrast, żeby na wydruku było bardziej czywiste co on wizualizuje (str.26)
- Rys.8 nie ułatwia zrozumienia koncepcji, gdyż nie posiada odniesienia do otoczenia, choćby określenia „gdzie jest przód, gdzie tył” (str.31)
- Poz. [41] == [42] (str.59)

## Ocena czy rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego

*art. 187, pkt 2.: Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.*

Po wnikliwej analizie treści rozprawy, w tym (zwłaszcza) artykułów będących jej integralną częścią, w mojej ocenie rozprawa dotyka aktualnych i istotnych wyzwań badawczych w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja – owocnego stosowania RL/CNN/(CRNN) w SLR (ISLR/CSLR) oraz w algorytmach sterowania CNC, prowadząc od przedstawienia problemu(problemów), przez analizę literatury i możliwych metod, aż po zaproponowane rozwiązanie i prezentację jego aplikowalności.

Tak więc moja odpowiedź jest twierdząca, a nawet dwukrotnie twierdząca – ponieważ autor w jednej pracy opisuje dwie płaszczyzny wyzwań badawczych.

## Ocena czy rozprawa spełnia pkt 1 art. 187 Ustawy

*art. 187, pkt 1.: Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej.*

Tak, zarówno w treści części pierwszej rozprawy, jak i w artykułach autor przekonująco prezentuje stan wiedzy i „punkt wyjścia” podejmowanych działań badawczych, udowadniając że jego punkt widzenia wynika z posiadanych kompetencji i umiejętności analitycznego myślenia i formułowania krótko- i długoterminowych strategii pracy naukowej.

## Ocena czy rozprawa spełnia pkt 3 i 4 art. 187 Ustawy

*art. 187, pkt 3.: Rozprawę doktorską może stanowić praca pisemna, w tym monografia naukowa, zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych, praca projektowa, konstrukcyjna, technologiczna, wdrożeniowa lub artystyczna, a także samodzielna i wyodrębniona część pracy zbiorowej.*

Przedstawiona do recenzji praca stanowi usystematyzowaną prezentację zbioru opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych. Na stronach 1-63 rozprawy kandydat prezentuje obecny stan wiedzy, cel pracy, hipotezę badawczą oraz motywację; na stronach 64-67 prezentuje swój dorobek naukowy; na stronach 67-160 zamieścił zawartość artykułów naukowych które prezentuje jako cykl (zbiór) opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych. Takie przedstawienie działań kandydata w moim odczuciu prawidłowo wpisuje się w brzmienie punktu 3 art. 187 Ustawy.

*art. 187, pkt 4.: Do rozprawy doktorskiej dołącza się streszczenie w języku angielskim, a do rozprawy doktorskiej przygotowanej w języku obcym również streszczenie w języku polskim. W przypadku gdy rozprawa doktorska nie jest pracą pisemną, dołącza się opis w językach polskim i angielskim.*

Tak, na stronach 164-165 rozprawy kandydat zamieścił streszczenie w języku angielskim.

Recenzowana rozprawa podejmuje ambitny (szeroko zakrojony) temat zastosowania metod sztucznej inteligencji, ze szczególnym uwzględnieniem algorytmów uczenia ze wzmocnieniem. Struktura pracy jest czytelna, choć brakuje mi w niej wyodrębnionego rozdziału „Dyskusja”, który mógłby w syntetyczny sposób przedstawić interpretację wyników i ich zestawienie z założeniami. Przegląd literatury, liczący formalnie 83 pozycje (a realnie około 300), został wykonany rzetelnie. Cele pracy, mimo pewnego stopnia niedoprecyzowania, obejmują istotne i aktualne wyzwania badawcze. Metody badawcze oraz aplikacyjne wyniki uzyskane w obu podejmowanych obszarach (rozpoznawanie języka migowego i sterowanie obrabiarkami CNC) są poprawne i aplikacyjnie użyteczne. Zbiór artykułów dołączonych do pracy stanowi integralną, wartościową część rozprawy. Pomimo drobnych uwag dotyczących niektórych elementów stylistycznych i braku wypuklenia dyskusji, praca spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim i stanowi oryginalny wkład w rozwój dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja.

W przypadku możliwości spotkania z Autorem (na które – jestem przekonany – z pewnością kiedyś będzie okazja), chętnie porozmawiałbym o następujących kwestiach:

- 1) Czy brak „Dyskusji” w pierwszej części pracy był wynikiem przeoczenia czy decyzji, a jeśli decyzji to jakie argumenty były uwzględniane?
- 2) Rozpoznawanie gestów jest o wiele trudniejsze w CSLR niż w ISLR, m.in. z uwagi na brak jasnego podziału między poszczególnymi gestami w przypadku rzeczywistego strumienia video, powodując istnienie klatek „pomiędzy gestami” z landmarkerami o wartościach przejściowych/pośrednich (np. dłonie przemieszczające się pomiędzy pozycją końcową poprzedniego gestu a początkową drugiego). Powstaje tu bardzo ciekawe zagadnienie/wyzwanie segmentacji. Interesująca byłaby dyskusja na temat sposobu działania takiej segmentacji zdaniem Autora i ewentualnie zastosowanych wskaźników jakościowych.
- 3) Realia biznesowe branży CNC z jednej strony bardzo pragną i potrzebują badań w zakresie optymalizacji czy automatyzacji, ale jednocześnie z drugiej strony bardzo często są nadzwyczaj ostrożne i konserwatywne, ze względu na ogromne koszty obrabiarek a nawet samych narzędzi („końcówek”), a także na koszty przestoju maszyn, które w tym czasie mogłyby generować przychód. Interesujące byłoby usłyszeć czy Autor podejmował rozmowy z otoczeniem biznesu i czy ostatecznie „aplikacja” miała możliwość „wyjść za mury uczelni”.

Podsumowując, uważam, że przedstawiona do recenzji rozprawa spełnia wymagania określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668 z późn.zm.) i wnioskuję o dopuszczenie pana mgr inż. Dawida Kalandyka do dalszych etapów postępowania doktorskiego.



**dr hab. inż. Michał Podpora, prof. UO**

Instytut Informatyki  
Uniwersytet Opolski

[michal.podpora@uni.opole.pl](mailto:michal.podpora@uni.opole.pl)

[www.uni.opole.pl](http://www.uni.opole.pl)

/dr hab. inż. Michał Podpora, prof. UO/