



Warszawa, 5 stycznia 2022 r.

Prof. dr hab. inż. Jacek Mańdziuk
Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych
Politechniki Warszawskiej
ul. Koszykowa 75
00-662 Warszawa



Ocena osiągnięcia naukowego oraz dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego *dr inż. Tomasza Pawlaka* w związku z postępowaniem habilitacyjnym prowadzonym przez Radę Naukową Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Poznańskiej

Podstawa wykonania recenzji

Niniejsza recenzja została przygotowana na podstawie pisma prof. dr hab. inż. Andrzeja Jaskiewiczza, Dziekana Wydziału Informatyki i Telekomunikacji Politechniki Poznańskiej, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Poznańskiej, z dnia 2 listopada 2021 roku. Recenzję wykonałem na podstawie przekazanych mi następujących materiałów opisujących sylwetkę Habilitanta oraz jego dorobek:

- dane wnioskodawcy,
- autoreferat,
- wykaz osiągnięć naukowych
- kopia publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego Kandydata,
- kopia oświadczeń współautorów publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego odnośnie ich wkładu merytorycznego,
- informacja o pozostałej aktywności Habilitanta (publikacjach naukowych, osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej, popularyzacji nauki),
- kopia dokumentu potwierdzającego nadanie stopnia doktora.

Wstęp

Dr inż. Tomasz Pawlak jest absolwentem Wydziału Informatyki Politechniki Poznańskiej (kierunek: Informatyka, specjalność: Inteligentne systemy wspomaganie decyzji), który ukończył w roku 2011. W tym samym roku podjął pracę na macierzystym wydziale, początkowo na stanowisku programisty (01.2011-01.2014), następnie adiunkta (od 10.2015) – obecnie, po zmianie nazwy jest to Wydział Informatyki i Telekomunikacji Politechniki Poznańskiej.

Praca doktorska Habilitanta, „*Competent Algorithms for Geometric Semantic Genetic Programming*”, przygotowana pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Krzysztofa Krawca, została obroniona z wyróżnieniem we wrześniu 2015 roku na Wydziale Informatyki Politechniki Poznańskiej. Praca została wyróżniona w corocznym konkursie Polskiego Stowarzyszenia Sztucznej Inteligencji na najlepszą rozprawę doktorską w dziedzinie sztucznej inteligencji – edycja 2015.

Ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego cykl publikacji naukowych

Działalność naukowa dr Tomasza Pawlaka po uzyskaniu stopnia doktora dotyczy głównie budowy oraz analizy własności modeli programowania matematycznego (PM), w kontekście zarówno teoretycznym jak i zastosowań praktycznych.

W skrócie, model PM składa się z trzech warstw: *zmiennych* – zwykle dziedzinowych, związanych z parametrami modelowanego procesu (zjawiska/obiektu), *ograniczeń* – zawężających przestrzeń rozwiązań, wynikających głównie z ograniczeń technicznych czy formalnych modelowanego procesu, oraz *funkcji celu* – określającej w sposób numeryczny jakość otrzymanego przez system rozwiązania.

W praktyce budowa efektywnego modelu PM jest zwykle zajęciem pracochłonnym wymagającym dbałości o szczegóły, wiedzy eksperckiej dotyczącej modelowanego procesu (zarówno w kontekście technicznym jak i ekonomicznym) oraz ogólnej wiedzy dziedzinowej wykraczającej poza wąsko rozumiany proces.

Możliwość skutecznego wsparcia procesu tworzenia adekwatnych modeli PM w praktyce stanowi istotną przesłankę prowadzonych przez Habilitanta prac badawczych. W tym celu Kandydat proponuje kilka algorytmów umożliwiających (automatyczną) konstrukcję modeli PM na podstawie przykładów ich praktycznego funkcjonowania, przy założeniu, że funkcja celu oraz ograniczenia są w postaci liniowej (modele programowania liniowego - PL) bądź co najwyżej kwadratowej (modele programowania kwadratowego - PK). Utworzony zestaw ograniczeń, w połączeniu z funkcją celu, stanowią zadanie PM, które może być rozwiązywane przy pomocy dedykowanych narzędzi, tzw. solwerów.

Wspomnianym wyżej „*Algorytmom syntezy modeli programowania matematycznego z przykładów rozwiązań*” poświęcony jest cykl powiązanych tematycznie publikacji naukowych przedstawiony przez Habilitanta jako osiągnięcie naukowe w rozumieniu Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym z dnia 20 lipca 2018 roku. W skład przedstawionego cyklu wchodzi 10 prac ([A1]-[A10]) opublikowanych w latach 2017-2021, w tym sześć w periodykach indeksowanych w bazie Journal Citation Reports oraz cztery w materiałach konferencji międzynarodowych. Dwie spośród przedstawionych publikacji są samodzielnymi dziełami Kandydata, natomiast pozostałych osiem to prace posiadające po jednym współautorze, przy czym w pięciu z nich dr Pawlak jest pierwszym autorem.

Badania przedstawione w publikacjach wchodzących w skład cyklu motywowane są brakiem uniwersalnych i powszechnie akceptowanych metod syntezy ograniczeń (przy ustalonej postaci modelu PM). Na poziomie ogólnym prace badawcze Habilitanta można podzielić na dwa główne nurty dotyczące odpowiednio jednoklasowego (prace [A1]-[A8]) i dwuklasowego (prace [A9]-[A10]) problemu syntezy ograniczeń. W pierwszym przypadku synteza ograniczeń dokonywana jest jedynie w oparciu o przykłady rozwiązań dopuszczalnych, czyli spełniających zbiór ograniczeń, natomiast w przypadku drugim do konstrukcji ograniczeń wykorzystywane są zarówno przykłady rozwiązań dopuszczalnych jak i niedopuszczalnych. O ile problem dwuklasowy może potencjalnie prowadzić do lepszych rozwiązań (z uwagi na uwzględnienie zarówno przykładów pozytywnych jak i negatywnych), o tyle problemy dwuklasowe są zwykle trudniejsze do implementacji w praktyce z uwagi na

duże niezbalansowanie klas. Praktyka biznesowa dostarcza znacznie większej liczby przykładów rozwiązań dopuszczalnych (czyli stosowanych w praktyce) niż niedopuszczalnych (czyli obarczonych wadami czy też istotnymi nieefektywnościami).

Z punktu widzenia algorytmów uczenia maszynowego, poza wspomnianym niezbalansowaniem klas w przypadku problemów dwuklasowych, warto wskazać także kilka innych istotnych trudności rozważanego zagadnienia. Pierwszą z nich jest *wielomodalność* danych rozumiana jako różny stopień dostępności danych uczących dotyczących określonych rodzajów rozwiązań, wynikający z ograniczeń praktycznych (jedne rozwiązania / procesy są bardziej popularne w praktyce, inne mniej). Drugim problemem jest *wielokryterialność* problemu syntezy jednoklasowej wynikająca z konieczności znalezienia równowagi pomiędzy precyzją modelu, jego złożonością oraz umiejętnością generalizacji. W konsekwencji konieczne jest poszukiwanie rozwiązań optymalnych w sensie Pareto. Kolejny problem stanowi *slaba skalowalność* algorytmów syntezy ograniczeń, które przestają być użyteczne już powyżej kilku / kilkunastu zmiennych.

Wyżej wymienione aspekty problemu syntezy ograniczeń powodują, że podjęte przez Kandydata badania są trudne i wymagają dużej pomysłowości badawczej oraz znajomości rozważanej problematyki także w jej praktycznej, użytkowej warstwie.

Hipotezę badawczą dr inż. Tomasz Pawlak formułuje następująco: *Istnieje algorytm syntezy ograniczeń dla modeli PL/PK z przykładów rozwiązań tworzący modele o wysokim dopasowaniu do danych uczących, uogólniające przykłady rozwiązań do zależności wyrażonych symbolicznie, zapewniające precyzję, przy jednoczesnym zachowaniu prostoty reprezentacji.*

Pierwsze dwie w sensie chronologicznym prace omawianego cyklu, tj. [A10] i [A9] poświęcone są problemowi syntezy ograniczeń w postaci dwuklasowej. W pierwszej z nich proponowane jest wykorzystanie programowania genetycznego (GP) do automatycznej syntezy ograniczeń w oparciu o przedstawioną metodę *Genetic Constraint Synthesis (GenetiCS)*. Autorzy analizują skuteczność pięciu proponowanych w pracy operatorów genetycznych, a najskuteczniejszy z nich (CTX) wykorzystany jest w finalnych testach metody. Testy końcowe przeprowadzone są w oparciu o dwa syntetyczne zbiory benchmarkowe: *Balln* oraz *Cuben*. Jedną z kluczowych konkluzji pracy [A10] jest występowanie tzw. kłątwy wymiarowości, czyli dramatycznego spadku jakości proponowanych modeli już przy przekroczeniu liczby kilku zmiennych. Ponadto, zaproponowana metoda wykazuje tendencję do konstruowania zbyt złożonych modeli w stosunku do realnych potrzeb. Praca pozostawia pewien niedosyt związany z testowaniem metody wyłącznie na danych syntetycznych. Naturalnie, dostęp do realnych danych opisujących konkretny proces produkcyjny wymaga pewnych zabiegów, niemniej brak testów na danych rzeczywistych stoi w pewnej sprzeczności z podstawową motywacją prowadzonych badań, czyli praktycznym wsparciem ekspertów dziedzinowych w procesie definiowania konkretnych modeli produkcyjnych.

Praca [A9] proponuje całkowicie odmienne podejście do zagadnienia syntezy ograniczeń, wykorzystujące metody programowania liniowego i całkowitoliczbowego (MILP). Podobnie jak w pracy poprzedniej podstawowa ewaluacja przeprowadzona jest w oparciu o zbiory syntetyczne: poza wspomnianymi wyżej zbiorami *Balln* oraz *Cuben* wykorzystywany jest także zbiór *Simplexn*. Dodatkowo autorzy przedstawiają wyniki proponowanej przez siebie metody dla problemu praktycznego - produkcji betonu o składzie oraz parametrach odpowiadających wymogom konkretnego zastosowania. Uzyskane wyniki, zarówno w przypadku problemów syntetycznych jak i testowanego scenariusza praktycznego są obiecujące: wytworzone ograniczenia są w zdecydowanej mierze spójne z wiedzą ekspercką. Autorzy zauważają jednak, że separacja klas (pozytywnej i negatywnej) nie jest idealna i występują obszary wspólne (nakładanie się klas). Przyczyna tego stanu rzeczy może

być dwojaka: niezdefiniowane w modelu wszystkich istotnych zmiennych i/lub brak przykładów uczących odnoszących się do obszarów wspólnych, co uniemożliwia prawidłowe rozgraniczenia klas.

Podobnie jak w pracy [A10] wykorzystującej metody GP, także w przypadku podejścia MILP daje znać o sobie kłątwa wymiarowości, istotnie redukując możliwość praktycznego zastosowania rozważanego podejścia do bardziej złożonych procesów. Jako jeden z możliwych kierunków dalszych badań autorzy wskazują weryfikację skuteczności metody w innych rzeczywistych procesach produkcyjnych, niemniej Habilitant w dalszych badaniach nie podąża tą ścieżką, skupiając się na syntezie ograniczeń w kontekście jednoklasowym.

Podejściom jednoklasowym, czyli takim, w których synteza ograniczeń odbywa się wyłącznie w oparciu o przykłady pozytywne, opisujące prawidłowo funkcjonujące procesy, poświęcone są pozostałe prace cyklu ([A1]-[A8]).

Praca [A8] proponuje wykorzystanie algorytmu *Expectation Maximization* (EM) oraz algorytmu budowy drzewa decyzyjnego C4.5 do syntezy ograniczeń jednoklasowych dla modelu MILP. Algorytm wynikowy CSC_{4.5} składa się z trzech faz: przygotowania przykładów uczących bazującego na algorytmie EM, budowy drzewa decyzyjnego C4.5, którego gałęzie reprezentują ograniczenia problemu oraz transformacji drzewa do postaci zestawu ograniczeń dla metody MILP rozwiązującej dane zagadnienie. Strojenie oraz ewaluacja metody CSC_{4.5} przeprowadzone zostały w oparciu o trzy syntetyczne zbiory benchmarkowe wykorzystywane już w poprzednio omówionych pracach. Ponadto, autorzy zweryfikowali skuteczność metody w kontekście procesu produkcji wina, w którym połączyli wygenerowane algorytmem CSC_{4.5} ograniczenia liniowe z kwadratową funkcją kosztu opisującą jakość wyprodukowanego wina i rozwiązali zadanie wynikowe (MIQP – *Mixed Integer Quadratic Program*) za pomocą zewnętrznego solwera. Uzyskane wyniki (dla danych syntetycznych oraz rzeczywistych) potwierdziły skuteczność zaproponowanego algorytmu, wskazując jednocześnie na pewne słabości, m.in. wspomnianą już poprzednio kłątwe wymiarowości oraz brak możliwości uwzględnienia ważonych kombinacji zmiennych jako ograniczeń.

W kolejnej pracy [A4] Habilitant razem ze współautorem, prof. Krzysztofem Krawcem, wracają do pomysłu, przedstawionego przez nich pierwotnie w pracy [A10], dotyczącego wykorzystania metod GP – tym razem w kontekście problemu jednoklasowego. Zaproponowana metoda GOCCS (*Genetic One-Class Constraint Synthesis*), w oparciu o przykłady uczące ilustrujące prawidłowe funkcjonowanie procesu, dokonuje syntezy ograniczeń w postaci liniowej lub nieliniowej (dwa warianty metody). Skuteczność metody walidowana jest na wspomnianych wcześniej trzech zbiorach problemów syntetycznych oraz w problemie produkcji wina. Uzyskane wyniki są porównywalne do rezultatów stosowania metody GP w problemie dwuklasowym, przy czym w większości testowanych wariantów różnice nie są statystycznie istotne. W związku z powyższym autorzy konkludują, że metoda GOCCS jest preferowana w stosunku do GenetiCS z uwagi na generalnie nie gorsze wyniki, przy braku wymogu posiadania przykładów negatywnych – opisujących błędne funkcjonowanie procesu, które w rzeczywistości biznesowej są znacznie trudniejsze do pozyskania. W pracy zabrakło bezpośredniego porównania przedstawionej metody z wcześniejszymi podejściami zaproponowanymi przez autorów. Analiza porównawcza z wynikami oraz własnościami jednoklasowego algorytmu CSC_{4.5} z pracy [A8], w której obok problemów syntetycznych rozważany był także problem produkcji wina, oraz z wynikami dwuklasowego podejścia MILP z pracy [A9] na zbiorach syntetycznych byłaby z pewnością interesująca z punktu widzenia oceny omawianych algorytmów.

Praca [A5] prezentuje kolejne podejście do problemu syntezy ograniczeń wykorzystujące Strategie Ewolucyjne. Metoda ESOCSS (*Evolutionary Strategy-based One*

Class Constraint Synthesis) składa się z trzech głównych kroków: (1) estymacji obszaru dopuszczalnego na podstawie przykładów uczących oraz próbkowania rozwiązań przypuszczalnie niedopuszczalnych; (2) ewolucji rozwiązania z wykorzystaniem metody $(\mu+\lambda)$ -*Evolutionary Strategy*; (3) uproszczenia modelu wynikowego w oparciu o dedykowaną dwustopniową procedurę aplikowaną kolejno do każdego ograniczenia.

Metoda ESOCSS testowana jest na trzech syntetycznych zbiorach benchmarkowych oraz na danych opisujących proces produkcji ryżu – w tym celu budowany jest kwadratowy model PM optymalizujący zysk z hektara modelowanego procesu produkcji. Uzyskane wyniki porównywane są z wynikami najbardziej zbliżonych próbek ze zbioru przykładów. Ponadto, Habilitant dokonuje wszechstronnego porównania wprowadzanej metody z metodą GOCCS [A4] wskazując liczne zalety podejścia ESOCSS.

Powyższa metoda została wzmocniona przez Habilitanta w pracy [A7] poprzez zaproponowanie i przetestowanie pięciu modyfikacji, z których cztery okazały się skuteczne poprawiając jakość proponowanych rozwiązań.

W kolejnej pracy ocenianego cyklu [A3] dr Pawlak zastępuje metodę ES wykorzystywaną w [A5] i [A7] metodą CMA-ES (*Covariance Matrix Adaptation – Evolutionary Strategy*) – jedną z najskuteczniejszych metod ewolucyjnych w przypadku problemów wielowymiarowych. Podejście wynikowe (CMAESOCSS), poza zmianą algorytmu optymalizacyjnego, wprowadza także partycjonowanie zbioru przykładów za pomocą metody x-means w celu zwiększenia efektywności w przypadku wielomodalnych rozkładów danych. Strojenie oraz testy metody wykonywane są z użyciem wspomnianych już danych syntetycznych. Dodatkowo przedstawione są wyniki dla procesu produkcji ryżu rozważanego uprzednio w [A5]. Zaproponowana metoda jest wymagająca czasowo, słabo skaluje się z liczbą zmiennych oraz wymaga dużej liczby przykładów uczących. Habilitant odnosi się do wszystkich ww. problemów wskazując ich możliwe przyczyny, niemniej zabrakło w pracy próby ich pogłębionej analizy, np. poprzez przeprowadzenie dodatkowych dedykowanych eksperymentów.

Istotnie odmienne od dotychczasowych podejście do problemu jednoklasowej syntezy ograniczeń zaproponowane zostało w pracy [A6], w której autorzy odchodzą od wymagających obliczeniowo metaheurystyk optymalizacyjnych i proponują wykorzystanie metody lokalnego przeszukiwania przestrzeni ograniczeń. Podobnie jak w metodzie ECOCCS [A5, A7] przestrzeń poszukiwań dzielona jest na partycje algorytmem x-means, zadanie rozwiązywane jest odrębnie dla każdej partycji, a następnie sklejane do postaci rozwiązania całościowego. Wyniki proponowanej metody (OCCALS) dla trzech „standardowych” zbiorów syntetycznych przewyższają najlepsze dotychczasowe rezultaty osiągnięte przy użyciu metody GOCCS [A4]. Do głównych zalet proponowanej metody, oprócz poprawy najlepszych wyników uzyskanych dotychczas przez Kandydata, należy zaliczyć relatywnie niskie wymagania czasowe i obliczeniowe oraz szczególnie wysoką skuteczność w przypadku problemów wielomodalnych. Słabsze strony metody to wspomniane już parokrotnie przekleństwo wymiarowości, przewymiarowane modele wynikowe dla określonych rodzajów danych (np. Cube) oraz oczekiwanie, że dane uczące posiadają określony rozkład (wymóg metody x-means). W pracy zabrakło wyników porównawczych z metodą GOCCS na danych rzeczywistych, które uzupełniłyby dokonane porównanie pomiędzy ww. dwiema – jak dotąd najskuteczniejszymi – metodami.

Zgodnie z informacją przedstawioną w autoreferacie, publikacja [A6] była nominowana do nagrody za najlepszą pracę na konferencji GECCO 2018.

Przedostatnia praca omawianego cyklu [A2] przedstawia metodę *Ellipsoidal One-Class Constraint Acquisition* (EOCCA) bazującą na budowie modelu MIQCP (*Mixed-Integer Quadratically Constrained Programming*) w oparciu o partycjonowanie metodą x-means, odpowiednią transformację partycji z wykorzystaniem algorytmu PCA do postaci elipsoidalnej, utworzenie zbioru ograniczeń QCP, odwrotną transformacją do przestrzeni

pierwotnej i sklejenie do postaci jednolitego rozwiązania. Proponowane podejście uzyskuje bardzo dobre wyniki na testowanych danych syntetycznych (poza benchmarkami Simplex) oraz jest o kilka rzędów wielkości szybsze niż metoda ESOCCS [A5][A7], z którą jest porównywane. Uzyskane wyniki przewyższają rezultaty zastosowania ESOCCS zarówno na danych syntetycznych jak i w problemie produkcji ryżu.

Niejako ukoronowaniem badań Habilitanta w omawianej tematyce jest najnowsza praca [A1], w której rozważany problem jest przedstawiany w postaci umożliwiającej jego modelowanie za pomocą wysokopoziomowego języka ZIMPL. Algorytm GECS (*Grammatical Evolution for Constraint Synthesis*) zaproponowany w [A1] przeszukuje przestrzeń modeli wyrażonych w języku ZIMPL w oparciu o metodę Ewolucji Gramatycznej (GE). GE jest algorytmem ewolucyjnym z populacją osobników w postaci wektorów całkowitoliczbowych, transformowanych do postaci kodu za pomocą odpowiednio dobranej gramatyki bezkontekstowej. Testy zaproponowanej metody w oparciu o 18 problemów benchmarkowych (w większości odnoszących się do procesów rzeczywistych) pokazały przewagę GECS nad dwiema metodami konkurencyjnymi (OCCALS i ESOCCS). Ponadto, metoda GECS dla wielu problemów skaluje się liniowo względem rozmiaru zbioru treningowego oraz, w zakresie kilkuset zmiennych, nie wykazuje znamion występowania kłątwy wymiarowości.

Podsumowanie osiągnięcia naukowego stanowiącego cykl publikacji naukowych

Podsumowując jednotematyczny cykl prac współautorstwa dr inż. Tomasza Pawłaka przedstawiony jako osiągnięcie naukowe w postępowaniu habilitacyjnym, należy podkreślić istotny wkład Habilitanta w rozwój badań w zakresie automatycznej syntezy ograniczeń dla problemów programowania matematycznego na podstawie przykładów uczących. Po przeprowadzonej analizie prac [A10]-[A1] wchodzących w skład cyklu, **do najważniejszych osiągnięć Kandydata zaliczam:**

- Zaproponowanie oraz konsekwentną realizację interesującej linii badań w tematyce syntezy zbioru ograniczeń w problemach PM, stanowiącej istotną alternatywę do podejścia tradycyjnego, w którym ekspert dziedzinowy manualnie modeluje badany proces. Habilitant zaproponował zestaw algorytmów, w których ograniczenia problemu generowane są procesie *uczenia*, na podstawie przykładów opisujących badany proces.
- Pomysłowość badawczą owocującą różnorodnymi podejściami do rozważanego problemu.
- Zrealizowanie (w istotnym stopniu) zamierzonego celu [A1], tzn. zbudowanie skutecznego algorytmu o dobrych własnościach czasowych i obliczeniowych, niepodatnego (w zakresie kilkuset zmiennych) na problem kłątwy wymiarowości, towarzyszący wszystkim zaproponowanym wcześniej metodom [A10]-[A2].

Uwagi krytyczne natury ogólnej:

- Habilitant nie uwzględnił w swoich badaniach udziału ekspertów dziedzinowych. Wydaje się, że mimo subiektywizmu, ich ocena mogłaby być bardziej miarodajna niż np. porównanie z wynikami algorytmu naiwnego [A8] czy ze zbliżonymi do rozwiązania próbkami ze zbioru przykładów, np. [A2][A4]. Zakres wymaganej (pożądaney) ingerencji eksperta stanowiłby bezpośrednią odpowiedź na pytanie dotyczące użyteczności proponowanych metod w praktyce.

- W pierwszych pracach cyklu brakuje porównań z wcześniejszymi metodami co utrudnia ocenę postępów prowadzonych badań. Oczywiście wskazanie nowego podejścia do rozwiązywanego problemu stanowi wartość samą w sobie, niemniej porównanie jego wyników z innymi metodami i wskazanie przyczyn występujących różnic stanowiłoby dodatkową wartość.
- W części prac, szczególnie początkowych, analiza przyczyn silnych i słabych stron metod nie jest wystarczająco pogłębiona. Często jest ona wyrażona w postaci dywagacji, przypuszczeń czy hipotez, które nie są w sposób formalny weryfikowane w drodze szczegółowych eksperymentów nakierowanych na ich sprawdzenie.

Powyższe uwagi mają charakter polemiczny i stanowią raczej wskazówkę odnośnie realizacji przez Habilitanta przyszłych badań niż krytykę dorobku zawartego w cyklu jednotematycznym i nie umniejszają mojej bez wątpienia pozytywnej oceny przedstawionego zestawu prac.

Spośród 10 prac wchodzących w skład cyklu, sześć ukazało się w periodykach z listy JCR, przy czym są to czasopisma „z wysokiej bądź najwyższej półki” – z punktacją na liście czasopism MEiN (wg aktualnej punktacji) 140 pkt (pięć prac) oraz 200 pkt (jedna praca). Spośród pozostałych czterech prac konferencyjnych, trzy ukazały się w materiałach renomowanej konferencji GECCO (CORE A – 140 pkt) a jedna w ramach konferencji EuroGP (Core B – 70 pkt). Reasumując, 9 z 10 prac ukazało się w bardzo dobrych czasopismach / konferencjach naukowych, w tym jedna w *IEEE Transactions on Evolutionary Computation* – najlepszym na świecie czasopiśmie w dziedzinie metod ewolucyjnych.

Cytowania (bez autocytowań) wszystkich 10 prac wchodzących w skład osiągnięcia wynoszą 22 według bazy WoS, 28 wg Scopus oraz 61 wg Google Scholar (wg. stanu na dzień 29.12.2021), co uznaję za wynik bardzo dobry, biorąc pod uwagę, że są to nowe prace z lat 2017-2021.

Ocena pozostałej aktywności naukowej Habilitanta oraz współpracy międzynarodowej

Na pozostały (nie wchodzący w skład osiągnięcia naukowego) dorobek publikacyjny Habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora składają się cztery prace ([B1]-[B4]) dotyczące semantycznego programowania genetycznego. Dwie prace ukazały się w postaci artykułów w czasopismach z listy MEiN, a dwie w materiałach konferencji klasy Core B. Trzy spośród publikacji [B1]-[B4] są osiągnięciami współautorskimi. Przed uzyskaniem stopnia doktora Kandydat opublikował dziewięć prac ([B5]-[B13]).

Wskaźniki bibliometryczne całego dorobku naukowego Habilitanta (łącznie z osiągnięciem naukowym i pracami opublikowanymi przed uzyskaniem stopnia doktora) są na dobrym poziomie: liczba cytowań (bez autocytowań) według bazy Scopus wynosi 160 (H=7) a według Web of Science – 136 (stan na dzień 4.01.2022).

Na wyróżnienie zasługuje duża aktywność Kandydata w pozyskiwaniu środków na prowadzenie badań. Dr Tomasz Pawlak kierował trzema grantami centralnymi (NCBiR oraz dwukrotnie NCN) oraz był wykonawcą w pięciu innych grantach. Biorąc pod uwagę młody wiek Habilitanta jest to wynik zdecydowanie ponadprzeciętny.

Habilitant jest aktywnym recenzentem – po uzyskaniu stopnia doktora (w 2015 roku) wykonał 55 recenzji, w tym także dla prestiżowych czasopism i konferencji (m. in. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, *IEEE Transactions on Cybernetics*, *Applied Soft Computing*, *European Journal of Operational Research* czy *IEEE Computational Intelligence Magazine*). Habilitant pełni funkcję eksperta Fundacji na rzecz Nauki Polskiej (FNP).

Aktywność naukowa Habilitanta została wyróżniona przyznaniem Nagrody naukowej Rektora Politechniki Poznańskiej (dwukrotnie), Stypendium START FNP, Stypendium naukowego Miasta Poznania, Nagrody Polskiej Akademii Nauk, O/Poznań (w konkursie na najlepszą pracę twórczą, której autorem jest doktorant), wyróżnienia Polskiego Stowarzyszenia Sztucznej Inteligencji (w konkursie na najlepszą pracę doktorską ze sztucznej inteligencji – edycja 2015).

Podsumowując, dorobek publikacyjny po uzyskaniu stopnia doktora, niewchodzący w skład osiągnięcia naukowego nie jest imponujący. Z drugiej strony, istotną część dorobku Habilitant wskazał jako osiągnięcie naukowe, zatem rozważając dorobek całościowo, z pewnością można ocenić go pozytywnie. Pewien niedosyt pozostawia szczątkowa mobilność naukowa Kandydata, w szczególności zagraniczna. Habilitant odbył dwutygodniowy staż w University College Dublin, niemniej jest to jedyna wykazana w autoreferacie aktywność badawcza realizowana bezpośrednio (na miejscu) w ośrodku innym niż macierzysty. Z drugiej strony, częściowym usprawiedliwieniem ograniczonej mobilności dr Pawłaka jest z pewnością pandemia COVID-19. Pozostałe aspekty pracy naukowej Habilitanta – aktywność w zdobywaniu środków na badania w drodze konkursowej oraz działalność recenzencką oceniam jako ponadprzeciętne.

Ocena dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzatorskiego Habilitanta

Habilitant prowadzi/prowadził cztery wykłady oraz towarzyszące im laboratoria na Wydziale Informatyki / Wydziale Informatyki i Telekomunikacji Politechniki Poznańskiej. Był promotorem 14 prac magisterskich. Na bazie czterech z nich powstały publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego. Reasumując, działalność dydaktyczna dr Pawłaka jest na oczekiwanym poziomie. Na podkreślenie zasługuje włączanie uzdolnionych studentów ostatnich lat studiów w działalność badawczą.

W ramach działań organizacyjnych warto wymienić opiekę administracyjną Habilitanta nad gridem obliczeniowym w laboratoriach dydaktycznych na macierzystym wydziale oraz udział w informatycznym przygotowaniu Politechniki Poznańskiej do trwającej obecnie ewaluacji jakości działalności naukowej.

W ramach popularyzacji nauki dr Pawlak pełni funkcję recenzenta w corocznych konkursach Polskiego Towarzystwa Informatycznego na najlepszą pracę magisterską z informatyki.

Podsumowując, dorobek dydaktyczny, organizacyjny i popularyzatorski Habilitanta jest na właściwym poziomie.

Podsumowanie

Po zapoznaniu się z całością materiałów dotyczących postępowania habilitacyjnego dr inż. Tomasza Pawłaka uważam, że przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe wnosi istotny wkład w rozwój badań w zakresie automatycznej syntezy ograniczeń dla problemów programowania matematycznego na podstawie przykładów uczących. Tym samym osiągnięcie naukowe spełnia wymagania przedstawione w art. 219 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym z dnia 20 lipca 2018 roku.

Przedstawione osiągnięcie naukowe oraz pozostały dorobek Kandydata uzasadniają nadanie mu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Informatyka techniczna i telekomunikacja. Wnoszę zatem o dopuszczenie dr inż. Tomasza Pawłaka do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

