

Recenzja dorobku habilitacyjnego

dr inż. Aleksandra Skakovskiego

Niniejszą recenzję przygotowałem w związku z powołaniem mnie przez Centralną Komisję d/s Stopni i Tytułów na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Aleksandra Skakovskiego. Recenzję dzielę na ocenę osiągnięcia naukowego, tj. przedłożonej monografii, oraz aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej Habilitanta.

1 Ocena osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem naukowym przedłożonym przez dr Skakovskiego jest monografia *Population-based Approaches to the Resource-Constrained and Discrete-Continuous Scheduling*, wydana nakładem wydawnictwa Springer w 2018 roku, w ramach serii wydawniczej *Studies in Systems, Decision and Control*. Formalnie rzecz biorąc, współautorką dzieła jest dr hab. Ewa Ratajczak-Ropel. Niemniej z samej struktury monografii, oraz z załączonej dokumentacji (oświadczenie współautorki) klarownie wynika że dr Skakovski jest wyłącznym autorem drugiej części monografii (strony 103-236).

Na przedłożoną część monografii składa się 6 rozdziałów, a jej tematem są metody rozwiązywania pewnej klasy problemów szeregowania (harmonogramowania) zadań z ograniczonymi zasobami. W szczególności, przedmiotem badań Habilitanta były problemy w których występują zarówno zasoby ciągłe, jak i dyskretne. Ta podklasa problemów stanowi szczególne wyzwanie, ponieważ współobecność tych dwóch typów zasobów eliminuje możliwość łatwego wykorzystania niektórych klas podejść, np. programowania matematycznego. Zgodnie z sugestiami Habilitanta, w przypadkach takich stosuje się często metody hybrydowe, w których kombinatorycznie generuje się dopuszczalne przydziały zasobów dyskretnych, a następnie dla tak otrzymanych częściowych rozwiązań przeprowadza się optymalizację zasobu ciągłego metodami dokładnymi, generując w ten sposób tzw. rozwiązania semi-optymalne.

Habilitant skupił się w swych badaniach nad najbardziej (w moim rozeznaniu) popularnym wariantem powyższych problemów, w których optymalizowanym kryterium jest całkowita długość uszeregowania C_{max} . Poza tym założył również że zasób ciągły poddawany jest dyskretyzacji, co prowadzi do szczególnego przypadku problemu Multi-mode Resource-Constrained Project Scheduling (MRCPSP).

Z racji NP-trudnej natury tej klasy problemów, dr Skakovski podjął się prób ich rozwiązywania algorytmami metaheurystycznymi, w szczególności wybranymi wariantami algorytmów ewolucyjnych, implementującymi tzw. model wyspowy (ang. *island model*). Badania te opisane są głównie w rozdziale 10 przedłożonej monografii. W podejściach tych, w miejsce jednej homogenicznej populacji rozwiązań kandydackich utrzymuje się wiele na wpół niezależnych podpopulacji. Proces optymalizacyjny w każdej z tak zdefiniowanych 'wysp' odbywa się w sposób częściowo niezależny od pozostałych podpopulacji, tj. zazwyczaj zezwala się jedynie na okazyny przepływ wybranych osobników pomiędzy wyspami, a poza tym ewolucja przebiega na każdej z wysp z osobna. Model wyspowy ma bogatą literaturę i wykazał swoją przydatność w wielu zastosowaniach praktycznych. Jego znaczna skuteczność wynika z możliwości równoległego eksplorowania różnych fragmentów przestrzeni rozwiązań w sposób częściowo niezależny, co m.in. daje możliwość tymczasowego utrzymywania rozwiązań o gorszej jakości (które jednak mogą zostać przekształcone w dobre rozwiązania na dalszych etapach procesu przeszukiwania). Model ten jest też nadzwyczaj dogodny do implementacji na rozproszonych platformach obliczeniowych, gdzie np. każda wyspa może być utrzymywana na osobnym węźle obliczeniowym, a przesyłanie reprezentatywnych rozwiązań pomiędzy wyspami odbywa się siecią komputerową.

Warianty modeli wyspowych znane z literatury różnią się przede wszystkim przyjętą topologią połączeń, która określa dopuszczalne możliwości migracji rozwiązań pomiędzy wyspami. Topologię tę można opisać przy pomocy grafu skierowanego. Habilitant eksplorował zarówno jedną z klasycznych topologii (m.in. skierowany pierścień), których struktura nie zmienia się w czasie, jak i topologie zmienne w czasie, w szczególności losowe.

Innym aspektem różnicującym modele wyspowe jest kwestia wielkości podpopulacji (tj. podpopulacje o równej wielkości vs. podpopulacje o zróżnicowanej wielkości). Dr Skakovski poddał szczególnie wnikliwym badaniom model heterogeniczny, w którym wyróżniona podpopulacja implementowała odmienny algorytm metaheurystyczny (przeszukiwanie z listą tabu). Dalej rozważał też inne warianty heterogeniczne, w którym wyspy zróżnicowane były nie tylko pod kątem stosowanych algorytmów przeszukiwania (np., poza metodą listy tabu, ewolucja różnicowa), ale też pod kątem sposobu inicjalizacji rozwiązań. Wiele z tych nowych wariantów umożliwiło zidentyfikowanie lepszych rozwiązań dla problemów testowych niż rozwiązania znajdowane podejściami referencyjnymi.

Rozdział 11 monografii kontynuuje analizy empiryczne proponowanych algorytmów i ich wariantów, ze szczególnym naciskiem na ich strojenie, m.in. pod kątem przyjętej topologii połączeń modelu wyspowego. W tej części pracy udało się m.in. wykazać przewagę losowych schematów migracyjnych nad stałymi strukturami połączeń. Inne eksperymenty dotyczyły badania wpływu wybranych parametrów, w szczególności rozmiaru wysp, częstotliwości migracji osobników, czy samej liczby wysp. Wyróżniającą cechą analiz przedstawionych przez Habilitanta w tej części monografii jest masowy charakter przeprowadzonych eksperymentów, z parametrami zmieniającymi się w relatywnie szerokich przedziałach.

W rozdziale 11 dr Skakovski podjął się m.in. też próby statystycznej analizy skutecz-

ności poszczególnych podejść, do czego zastosował test Friedmana. Choć test nie wykazał istotności statystycznej różnic pomiędzy wszystkimi wariantami metod, otrzymane różnice w rangach algorytmów pozwalają wyciągnąć wnioski o przydatności poszczególnych aspektów podejść dla tej klasy problemów. W szczególności, Habilitant nie zaobserwował uniwersalnej, systematycznej przewagi modeli wyspowych nad podejściami jednopopulacyjnymi, i zidentyfikował warianty podejścia wyspowego które nie miały tej własności.

W pozostałych sekcjach rozdziału 11 dr Skakovski skupił się nad stosowaniem rozszerzeń kanonicznego algorytmu ewolucyjnego o mechanizmy podwyższające jego skuteczność, w szczególności poprzez zapobieganie przedwczesnej zbieżności populacji rozwiązań (ang. *premature convergence*). Przedwczesna zbieżność polega na zbieganiu się rozwiązań w populacji do małego fragmentu przestrzeni rozwiązań, lub w skrajnym przypadku do jednego punktu, i stanowi istotne wyzwanie w wielu realizacjach algorytmów ewolucyjnych. Autor zaadresował ten problem poprzez wykrywanie duplikatów rozwiązań (rozumianych jako dokładne duplikaty bądź rozwiązania bardzo zbliżone) i zastępowanie ich rozwiązaniami losowo wygenerowanymi. W efekcie tego zabiegu zaobserwowano zauważalne przyrosty skuteczności. Poza tym w rozdziale 11 przedstawiono też analizy wpływu innych parametrów algorytmów, w szczególności liczby wysp i rozmiaru populacji.

Poza wyżej podsumowanymi przyczynkami, we wcześniejszych częściach przedłożonej monografii dr Skakovski formalnie zdefiniował rozważaną klasę problemów szeregowania zadań (rozdział 8) oraz dokonał gruntownego przeglądu literatury przedmiotu, w tym zarówno prac teoretycznych (sekcja 9.1), technik dyskretyzacji problemów (sekcja 9.2), jak i m.in. algorytmów metaheurystycznych (sekcje 9.3 i 9.4).

Z uwag polemicznych, zakresy parametrów testowane przez dr Skakovskiego w niektórych eksperymentach (np. w sekcji 11.3.1.1) wydają się miejscami przesadnie szerokie. Na przykład model wyspowy z tysiącami wysp (zob. np. tabela 11.21 na s. 216) prowadzi do tak silnej fragmentacji zbioru rozwiązań roboczych że wydaje się być bardzo zbliżony do podejścia równoległego przeszukiwania lokalnego, czy np. *iterated local search* (pożądane było by być może porównanie skuteczności ekstremalnych wariantów modelu wyspowego z takimi właśnie podejściami). Pewne wątpliwości budzą też wybrane aspekty struktury tekstu monografii. Na przykład znaczna część wyników eksperymentalnych prezentowanych jest w końcowych sekcjach rozdziału 10. Jednak ich analiza statystyczna i dalsza część eksperymentów znajduje się już w kolejnym, 11-tym rozdziale. Prezentacje niektórych algorytmów mogłyby być też bardziej zwarte, np. pseudokod stosunkowo prostego algorytmu ewolucji różnicowej (DEA) zajmuje prawie 2 strony, 185-186. Prezentacja wyników eksperymentalnych także mogła być lepsza — np. przebiegi na niektórych wykresach są nieodróżnialne w czarno-białym druku (np. rys. 11.6 na s. 217).

Podsumowując, przedłożona monografia prezentuje wartościowe wyniki koncepcyjne i empiryczne dotyczące wykorzystania zaawansowanych wielopopulacyjnych algorytmów metaheurystycznych wyposażonych w różne rozszerzenia do rozwiązywania wymagających problemów optymalizacji dyskretno-ciągłej, z zastosowaniami w praktycznym szeregowaniu zadań. Uważam że przedstawione wyniki poszerzają naszą wie-

dzę o charakterystyce takich algorytmów i ich stosowalności do różnych podklas problemów. Część z nich wydaje się jednoznacznie nowatorska, np. wybrane schematy losowego migrowania rozwiązań w zastosowaniu do problemów harmonogramowania zadań. Dlatego moja całościowa ocena przyczynków zaprezentowanych przez dr inż. Aleksandra Skakovskiego w przedłożonej monografii jest pozytywna.

2 Ocena aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej Habilitanta

W dalszym ciągu recenzji analizuję dorobek Habilitanta w sposób zgodny ze stosownym Rozporządzeniem MNiSW.

2.1 Autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopiśmie znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR)

Dr Skakovski po uzyskaniu stopnia doktora w 1997 r. był w sumie autorem lub współautorem 21 prac naukowych, z czego 8 ukazało się w pozycjach indeksowanych w bazie JCR. Spośród publikacji czasopismowych, trzy ukazały się w dobrych periodykach (gdzie za granicę przyjmuję 25 lub więcej punktów wg starej skali MNiSW): *Expert Systems with Applications*, *Future Generation Computer Systems*, oraz *Neurocomputing*. Dorobek ten uważam za zadowalający.

2.2 Autorstwo zrealizowanego oryginalnego osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego lub technologicznego

W przedłożonej dokumentacji brak jest informacji o współautorstwie oryginalnego, odrębnie udokumentowanego osiągnięcia projektowego.

2.3 Udzielone patenty międzynarodowe lub krajowe

Brak informacji o patentach w przedłożonej dokumentacji.

2.4 Wynalazki, wzory użytkowe i przemysłowe, które uzyskały ochronę i zostały wystawione na międzynarodowych lub krajowych wystawach lub targach

Brak informacji o wynalazkach, wzorach użytkowych i przemysłowych w przedłożonej dokumentacji.

2.5 Autorstwo lub współautorstwo monografii, publikacji naukowych w czasopiśmie międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazach lub na liście, o których mowa w § 3 Rozporządzenia, dla danego obszaru wiedzy

Poza przedłożoną monografią habilitacyjną, dokumentacja nie wskazuje na inne monografie autorstwa dr Skakovskiego. Wśród 21 opublikowanych prac po doktoracie, 13 to publikacje niepuktowane w skali MNIŚW (w większości w materiałach konferencyjnych konferencji międzynarodowych). Przed doktoratem Habilitant opublikował 7 prac w tej kategorii.

2.6 Autorstwo lub współautorstwo odpowiednio dla danego obszaru: opracowań zbiorowych, katalogów zbiorów, dokumentacji prac badawczych, ekspertyz, utworów i dzieł artystycznych

Brak informacji o tego typu opracowaniach w załączonej dokumentacji.

2.7 Sumaryczny impact factor publikacji naukowych według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania

Sumaryczny IF publikacji dr Skakovskiego wynosi 6.28 (liczony wg daty publikacji, lub 12.38 gdy liczyć wg aktualnych wartości IF). Wartość tę uważam za akceptowalną.

2.8 Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS)

Łączna liczba cytowań prac Habilitanta wg bazy Web of Science wynosi 36.

2.9 Indeks Hirscha opublikowanych publikacji według bazy Web of Science (WoS)

Indeks Hirscha Habilitanta wg bazy Web of Science wynosi 4, co wg przyjętych standardów zwyczajowych jest wartością zadowalającą.

2.10 Kierowanie międzynarodowymi lub krajowymi projektami badawczymi lub udział w takich projektach

Dr Skakovski nie kierował projektami badawczymi, niemniej był wykonawcą w trzech projektach krajowych, finansowanych przez KBN. Poza tym kierował też projektami w ramach tzw. „badań własnych”, przyznawanymi przez Akademię Morską w Gdyni.

2.11 Międzynarodowe lub krajowe nagrody za działalność naukową

Brak wzmianek o nagrodach w przedłożonej dokumentacji.

2.12 Wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych

Po uzyskaniu stopnia doktora, dr Skakovski wygłosił 7 referatów na konferencjach międzynarodowych i krajowych.

3 Ocena w zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej

3.1 Uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych

Dr Skakovski uczestniczył w programie Erasmus w charakterze prowadzącego zajęcia z badań operacyjnych dla studentów zagranicznych.

3.2 Udział w międzynarodowych lub krajowych konferencjach naukowych lub udział w komitetach organizacyjnych tych konferencji

Dr Skakovski był 4-krotnie członkiem komitetów programowych konferencji naukowych, a jednokrotnie pełnił funkcję wiceprzewodniczącego komitetu organizacyjnego konferencji.

Poza tym recenzował zgłoszenia dla 7 innych konferencji, i 11-krotnie wygłaszał referaty na konferencjach, z czego 7-krotnie po uzyskaniu stopnia doktora.

3.3 Otrzymane nagrody i wyróżnienia

Dr Skakovski otrzymał Medal Srebrny za Długoletnią Służbę (2013).

3.4 Udział w konsorcjach i sieciach badawczych

Przedłożona dokumentacja nie wskazuje na udział Habilitanta w konsorcjach i sieciach badawczych.

3.5 Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych, a w przypadku badań stosowanych we współpracy z przedsiębiorcami

Brak informacji o kierowaniu projektami o w/w charakterze.

3.6 Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism

Brak informacji o uczestnictwie dr Skakovskiego w radach i komitetach.

3.7 Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych

Dr Skakovski jest członkiem stowarzyszenia Knowledge Engineering Society (KES): Intelligent Systems.

3.8 Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki lub sztuki

Dr Skakovski przygotował i prowadził wykłady i zajęcia z 4 przedmiotów, w szczególności z przedmiotu Badania operacyjne. Poza tym uczestniczył w opracowywaniu programów studiów w Katedrze Nawigacji Akademii Morskiej w Gdyni. Prowadził także zajęcia dla uczniów szkół średnich na Litwie w ramach programu „Macierz Szkolna”. Był też opiekunem roku na kierunku Nawigacja w AM w Gdyni.

3.9 Opieka naukowa nad studentami i lekarzami w toku specjalizacji

W przedłożonej dokumentacji dr Skakovski wskazuje na sprawowanie opieki nad dyplomantami (choć dokładne liczby magistrantów i licencjatów nie jest podana w dokumentacji).

3.10 Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego, z podaniem tytułów rozpraw doktorskich

Brak wzmianek w przedłożonej dokumentacji.

3.11 Staże w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich

Dr Skakovski nie odbywał staży zagranicznych.

3.12 Wykonanie ekspertyz lub innych opracowań na zamówienie organów władzy publicznej, samorządu terytorialnego, podmiotów realizujących zadania publiczne lub przedsiębiorców

Brak wzmianek w przedłożonej dokumentacji.

3.13 Udział w zespołach eksperckich i konkursowych

Brak wzmianek w przedłożonej dokumentacji.

3.14 Recenzowanie projektów międzynarodowych lub krajowych oraz publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych

Habilitant zrecenzował w sumie 12 prac zgłoszonych do czasopism i prac zbiorowych.

4 Konkluzja końcowa

Dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny dr Aleksandra Skakovskiego wypracowanego przez niego po uzyskaniu stopnia doktora spełnia w mojej ocenie wymagania sformułowane w Ustawie. **Dlatego wnoszę o przyjęcie przez Radę Wydziału Informatyki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technicznego przedłożonego osiągnięcia naukowego i dopuszczenie dr Skakovskiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.**



(Krzysztof Krawiec)