

Wydział Informatyki i Nowych Technologii
Wyższa Szkoła Bankowa w Gdańsku

80-266 Gdańsk, Al. Grunwaldzka 238A

Recenzja

pracy doktorskiej Grzegorza Radzkiego

Temat: Metoda planowania misji lotów bezzałogowych statków powietrznych odpornych na zmienne warunki pogodowe.

Podstawa prawna wykonania recenzji – pismo JM Rektor Politechniki Koszalińskiej dr hab. Danuty Zawadzkiej, prof. PK, z dnia 15.07.2022.

1. Charakterystyka ogólna pracy

Opiniowana rozprawa liczy 117 stron i składa się z 6 rozdziałów, wykazu cytowanej bibliografii, spisów stosowanych symboli, skrótów, ilustracji i tabel.

Analizując strukturę pracy i zbalansowanie treści w poszczególnych jej rozdziałach można wyróżnić trzy zasadnicze części. **W części pierwszej** (obejmującej rozdziały 1-2) sformułowano cel i tezę rozprawy, przedstawiono podstawowe pojęcia oraz stan wiedzy z zakresu problemów marszrutyzacji (ang. Vehicle Routing Problem, VRP), jak i stosowanych podejść i metod ich rozwiązywania. W szczególności przedstawiono autorską systematyzację typowych problemów klasy VRP oraz ich taksonomię, na tle której sformułowano rozważany dalej problem planowania odpornych misji Bezzałogowych Statków Powietrznych (BSP), tzw. problem DRVRP (Disruption-Robust Vehicle Routing Problem). Wyodrębniony problem wypełnia, zdaniem Kandydata, lukę badawczą, zidentyfikowaną w toku analizy literatury przedmiotu, związaną z brakiem modeli uwzględniających wpływ zmian warunków pogodowych na przebieg planowanych misji floty BSP. Ta konstatacja jest zdaniem, recenzenta, nieco pochojna, gdyż zapewne nie bierze



pod uwagę szerokiego spektrum bojowych BSP (combat drones), które z natury rzeczy muszą być projektowane z pewną, by nie powiedzieć – bardzo wysoką odpornością na zakłócenia. Zrozumiałe jest także to, że w literaturze badawczej raczej nie znajdzie się szczegółów dotyczących dynamiki takich obiektów i ich układów sterowania odpowiadających na zakłócenia zewnętrzne np. o charakterze pogodowym, czy wynikającym z przebiegu walki.

Teza i cel pracy zostały sformułowane poprawnie. Jednak w Scholar Google bez problemu można znaleźć 20-30 pozycji naukowych poświęconych tej problematyce, nie wspomnianych w recenzowanej pracy.

W efekcie przeprowadzonej analizy literatury przedmiotu dokonano krytycznej oceny najczęściej badanych wariantów problemów klasy VRP, w której skoncentrowano się na elementach charakteryzujących: warunki pogodowe, strukturę sieci transportowej, na technicznych parametrach BSP itp. wpływających na wykonalność przyjętego planu misji lotu BSP. Generalnie, ta pierwsza część pracy a zwłaszcza przegląd literatury jest przeprowadzony rzetelnie i kompletnie z wyjątkiem zastrzeżenia o dronach o przeznaczeniu militarnym. Interesującym podejściem jest przeprowadzanie tego przeglądu z równoczesną specyfikacją metod, w tym wielu metod sztucznej inteligencji, stosowanych w pracy.

W części drugiej (rozdziały 3-4) zawierającej główne (poznawcze) wyniki rozprawy, przedstawiono sformułowanie problemu DRVRP w paradygmacie modelowania deklaratywnego, w formalizmie problemów spełniania ograniczeń. Zaproponowany model (rozdział 3) dedykowany jest proaktywno-reaktywnemu podejściu do planowania odpornych misji lotów floty BSP. Uwzględnia ono relacje (ograniczenia) opisujące związki łączące wyznaczane plany lotów (marszruty i odpowiadające im harmonogramy) z warunkami pogodowymi, poziomem naładowania baterii i ciężarem transportowanego ładunku. Istotną rolę w opracowanym modelu odgrywa autorska miara funkcji odporności planu misji lotów BSP. Na potrzeby prowadzonych eksperymentów problem DRVRP sformułowano w dwóch wariantach: wersji decyzyjnej (CS) i optymalizacyjnej (COP). Kryterium stosowane tu przez Kandydata (poziom satysfakcji klienta związany ze stopniem rozwiezienia ładunków wg iloczynu wagi i wartości) wydaje się zbyt uproszczone

Ze względu na złożoność rozważanych modeli ograniczającą skalę (rozmiar) rozwiązywanych problemów, zaproponowano oryginalną wersję relaksacji ograniczeń problemu umożliwiającą zmniejszenie ponoszonych nakładów obliczeniowych w

wyniku radykalnego zmniejszenia przeszukiwanej przestrzeni potencjalnych rozwiązań. Przedstawione wyniki eksperymentów wskazują na około 70-krotne przyspieszenie obliczeń.

W rozdziale 4 zaprezentowano metodę proaktywno-reaktywnego wyznaczania odpornych planów misji lotów floty BSP. Jej idea polega na wyznaczeniu planu bazowego (tzw. planu reaktywnego (odpornego na zadane zmiany warunków pogodowych) i monitorowania występowania arbitralnie zadanego rodzaju zakłócenia. Rozważane zakłócenia dotyczą: zmiany pogody (przekroczenie prognozowanych prędkości wiatru) oraz zmiany sieci transportowej (zmiana wielkości zamówień, terminów ich odbioru itp.).

W części trzeciej (rozdziały 5-6) przedstawiono opis przeprowadzonych eksperymentów weryfikujących zaproponowaną metodę oraz podsumowano wyniki badań i określono kierunki dalszych prac. W rozdziale 5 opisano wykorzystanie opracowanej metody na przykładzie praktycznym – problem dystrybucji towarów w sieci o rozmiarze spotykanym w praktyce (38 punktów dostaw, 2 bazy, 5 BSP). Rozważono trzy warianty zakłóceń (zmiana pogody, zmiana terminów zleceń, wprowadzenie nowych odbiorców) i zilustrowano wykorzystywane w tych przypadkach działania gwarantujące terminowe dostawy pomimo wystąpienia zakłócenia. We wszystkich analizowanych przypadkach wyznaczanie planów misji floty BSP przeprowadzone zostało w trybie on-line (<600s). W dalszej części tego rozdziału dokonano porównania efektywności metod dokładnych (programowania z ograniczeniami IBM ILOG CPLEX) z metodami metaheurystycznymi (tzn. zaimplementowanym w środowisku Matlab algorytmem genetycznym). Celem porównania wykorzystano optymalizacyjny wariant (COP) problemu DRVRP. Przedstawione wyniki eksperymentów pozwoliły określić skalę rozmiarów rozwiązywalnych w trybie on-line instancji problemu DRVRP.

W rozdziale 6 przedstawiono podsumowanie prowadzonych badań oraz wyszczególniono ich główne rezultaty, do których przede wszystkim należy zaliczyć, tak sformułowanie nowego problem planowania misji lotów floty BSP (problem DRVRP), jak i propozycję metody proaktywno-reaktywnego wyznaczania odpornych planów misji lotów floty BSP. Rozdział ten kończy opis kierunków przyszłych prac obejmujących między innymi już rozpoczęte prace w zakresie budowy modeli rozmytych (bazujących na teorii skierowanych liczb rozmytych).

Podsumowując, praca doktorska ma dobrą strukturę, wyczerpujące procedury dowodzenia lokalnych założeń i hipotez, bardzo mocną stroną jest bogata i staranna grafika, poprawnie przywoływana i objaśniana w tekście.

2. Aspekty metodologiczne pracy

Autor określił cel i tezę pracy. Cel został rozbity na trzy cele cząstkowe, z których dwa pierwsze: opracowanie modelu syntezy misji oraz metody planowania misji lotów zostały bez wątpienia osiągnięte. Trzeci cel sformułowany jako empiryczna weryfikacja metody przez czytelnika mógłby być nieopatrzenie zrozumiany jako wykonanie eksperymentu np. z czterema BSP i kilkuset punktami docelowymi. W rzeczywistości sprowadzał się do wykonania wielu symulacji komputerowych, których szczegółowe wyniki zostały zamieszczone w końcowej części pracy.

Teza pracy: „Wykorzystanie technik obliczeniowych bazujących na paradygmacie programowania deklaratywnego pozwala na wyznaczenie planów misji lotów BSP odpornych na zmienne warunki pogodowe w trybie on-line” została zdefiniowana poprawnie, z metodologicznego punktu widzenia powinna dać się obronić. Została ona jednak sformułowana na tyle ostrożnie, że trudno byłoby jej nie dowieść, nie zawierała bowiem jakichś szczegółowych trudnych do spełnienia warunków. Z punktu widzenia falsyfikacjonisty może być ona oceniona także jako poprawnie sformułowana, można bowiem wyobrazić sobie sytuację, w której pomimo wielu wysiłków programistycznych nie uda się wygenerować żadnego modelu planów, co oznaczałoby jej zdolność do falsyfikacji wg Poppera.

Przynależność do dziedzin nauk inżynieryjno-technicznych oraz dyscypliny naukowej informatyka techniczna i telekomunikacja nie budzi wątpliwości.

Generalnie, praca ma poprawną strukturę, charakterystyczną dla pracy naukowej – wstęp, metoda, badania, podsumowanie.

Załączona lista źródeł bibliograficznych obejmuje ważniejsze pozycje literaturowe z zakresu przedmiotu pracy. Lista ta zawiera również 12 współautorskich publikacji Doktoranta. Cztery z nich zostały opublikowane w czasopismach indeksowanych w JCR (jak również w aktualnej liście czasopism punktowanych MEiN): *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, *Mathematical Biosciences and Engineering*, *Sensors*, *Sustainability*.

3. Cel, teza, problemy badawcze i uwagi metodologiczne

Celem pracy doktorskiej było opracowanie nowej metody planowania lotów BSP odpornych na zakłócenia, jako podstawowe Autor wskazuje zakłócenia pogodowe (domyślnie siłę i kierunek wiatru). Ponadto na cele częściowe składa się empiryczna (a bardziej - symulacyjna) weryfikacja metody planowania i zastosowanie szczególnej techniki programowania skryptów symulacyjnych oparta na paradygmacie programowania deklaratywnego. Recenzent jako zwolennik takiej techniki kodowania uważa, że to bardzo dobry kierunek tworzenia oprogramowania dla celów stawianych w pracy. Poprawna jest także i dowiedziona teza pracy, że zastosowanie paradygmatów programowania deklaratywnego jest właściwym rozwiązaniem dla planowania i symulacji lotów BSP w warunkach występujących zakłóceń. Za najważniejsze zakłócenia Autor uznał (lub ograniczył do...) zmienne warunki pogodowe i zapas energii – chyba pomijając takie jak np. udźwig czy czas realizacji zadania.

Na podstawie badań eksperymentalnych pokazano możliwości symulacji komputerowej, jako metody analizy zdefiniowanych powyżej problemów badawczych.

Wyniki eksperymentu zaprezentowano w postaci wykresów, ekranów wyświetlających zarekomendowane mapy oraz zestawiono w formie tabeli.

4. Wartość naukowa pracy i innowacyjność rozwiązań

Wartość naukową pracy oceniam wysoko za innowacyjne podejście do procesu planowania misji dronów z wykorzystaniem specyficznego podejścia programistycznego i wykonanych symulacji komputerowych. Problematykę uważam za niezwykle aktualną i o dużym zapotrzebowaniu społecznym a także potencjale rozwojowym. Z pewnym jednak zaskoczeniem stwierdzam, że Doktorant nie zauważył wojny w Ukrainie, która przecież jednoznacznie kojarzy się z tematem doktoratu. Słynne tureckie Bayraktary są jedną ze skuteczniejszych broni w walce z rosyjskim najeźdźcą.

Wykorzystanie dronów bojowych znane jest od kilkunastu lat (Afganistan, Jemen) jednak wojna w Ukrainie specyficznie je rozślawiła, w pozytywnym rozumieniu ich efektywności. Była to ^{dużo} Doktoranta okazja, by odnieść się do możliwości ewentualnego wykorzystania metody planowania marszrut.

5. Uwagi krytyczne

Wszystkie publikacje Kandydata, a jest ich 12, co uznaję za liczbę wysoką jak na ubieganie się o doktorat, napisane są we współautorstwie, często zresztą znakomitym. Będąc profesorem starej daty uważam jednak, że Kandydat powinien umieć zarówno pisać samodzielnie jak i współpracować w zespole. Tej weryfikacji tu zabrakło. To nie jest wyłącznie sprawa jakości naukowej publikacji, to także sprawa ponoszenia wyłącznej, a nie rozmytej odpowiedzialności za pracę naukową. Mam nadzieję, że Kandydat tę zaległość w dalszym swoim rozwoju nadrobi.

Pozostając przy ocenie dorobku publikacyjnego nie sposób nie zauważyć w nim pozycji, które uznaję za niewskazane. Przyznaję, że jestem uczestnikiem ogólnonarodowej krucjaty naukowej przeciwko wydawnictwom i czasopismom drapieżnym. Nieuświadomionym słuchaczom i czytelnikom w skrócie zdefiniuję te czasopisma jako formalnie posiadające wysoką ocenę naszego ministerstwa, wysysające setki milionów złotych rocznie z polskiego budżetu, traktowane są jako OA, ale mają wątpliwą jakość procesu peer-review przejawiającą się czasem trwania recenzji w granicach dwóch tygodni (zamiast ok. jednego roku, który jest normą w takich wydawnictwach jak IEEE, Elsevier, Springer czy Wiley). Taki eksperyment przeprowadziłem na sobie w tym roku i nie otrzymałem w ogóle żadnej recenzji, chociaż pracę opublikowano. Ponieważ wstydzę się tego „osiągnięcia” to nie uznaję tej publikacji. Podobnie nie uznaję publikacji Kandydata, który w wydawnictwie MDPI ulokował dwie swoje (zespołowe) publikacje. Te pozostałe całkowicie wystarczają, bym mógł wydać pozytywną recenzję o dorobku naukowym Kandydata. Zainteresowanych odsyłam do cyklu publikacji w Forum Akademickim.

Np. prof. Elżbieta Gołata, prorektor UE w Poznaniu w FA 4/22 m.in. napisała:



Czasopisma wydawane przez MDPI regularnie publikują co najmniej 12 numerów rocznie („Energies” jest dwutygodnikiem), są na liście MEiN, mają Impact Factor, a liczba publikowanych w nich artykułów rośnie wykładniczo: w latach 2013-2021 w „Sustainability” ponad pięćdziesięciokrotny wzrost, z 279 do 14046, a w przypadku „Energies” dwudziestopięciokrotny wzrost, z 341 do 8 541.

Poważne niebezpieczeństwo wiąże się z przygotowywaniem prac awansowych na podstawie zbioru (doktorat) czy cyklu (habilitacja) powiązanych tematycznie artykułów opublikowanych w czasopismach stosujących nierzetelne praktyki. Procedura taka prowadzi do upadku nauki. Wątpliwości odnośnie do umiejętności samodzielnego rozwiązania problemu badawczego mogą budzić wspólne publikacje doktoranta i promotora czy promotora pomocniczego wykazywane w zbiorze artykułów stanowiących osiągnięcie, szczególnie jeśli dotyczy to wszystkich wskazanych pozycji.

Inne uwagi:

- Błędna jest struktura rozdziału 1. Zatytułowanego Wstęp, który rozpoczyna się od podrozdziału Wprowadzenie. Nie da się tego przetłumaczyć na angielski.
- w zapisie (1) brak oznaczenia zmiennej;
- w równaniach (10) do (40) zwracam uwagę na nieczytelność tych zapisów pomimo umieszczonej wcześniej tabeli ze zmiennymi decyzyjnymi. Pomimo generalnie wysokiej przejrzystości elementów matematycznych i grafiki, uważam, że w tym miejscu intuicja zawiodła Autora. Korzystne byłoby jednak sukcesywne bieżące komentowanie równań i występujących w nich zmiennych.

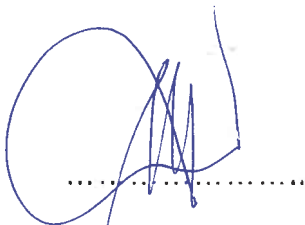
6. Uwagi końcowe i konkluzja

Prosiłbym Kandydata o ustosunkowanie się w czasie obrony do następujących kwestii:

- czy brak zainteresowania stosowaniem dronów w czasie wojny w Ukrainie wynika ze zwykłego przeoczenia i nieskojarzenia ze swoją pracą, czy też Kandydat nie dostrzega w tym obszarze pola do zastosowania planowania misji dronów.
- kiedy zdaniem Doktoranta konieczne będzie włączenie modeli dynamiki BSP (uwzględniających masę, współczynniki aerodynamiczne, zakłócenia, układ napędowy) w planowaniu misji.

Uwzględniając popełnione błędy, które uznaję za mało obciążające wartościową dysertację o poprawnej strukturze, wartościowych składnikach metodycznych, doskonałej grafice definiuję następującą konkluzję końcową:

Opiniowana praca spełnia warunki stawiane przez ustawę z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r., poz. 574 ze zm.), z uwzględnieniem przepisów intertemporalnych zawartych w ustawie z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r., poz. 1669 ze zm.) i wnioskuję o jej dopuszczenie do publicznej obrony.



Antoni Wiliński