

3. ZAŁĄCZNIK DO WNIOSKU

**AUTOREFERAT
przedstawiający opis dorobku i osiągnięć
naukowych, w szczególności określonych
w art. 16 ust. 2 ustawy**

(w formie elektronicznej jako plik:"**hab-3.pol.pdf**")

**Rafał Szłapczyński
Politechnika Gdańska,
Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa**

Gdańsk, 22.08.2014

1. Imię i Nazwisko

Rafał Szłapczyński

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe - z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytuł rozprawy doktorskiej

- stopień doktora nauk technicznych uzyskany 22.11.2007 r. na Wydziale Elektrycznym Akademii Morskiej w Gdyni. Tytuł rozprawy doktorskiej: „*Algorytmy numeryczne planowania bezpiecznych trajektorii statków w systemach ARPA*”.

Promotor:

dr hab. inż. Andrzej S. Lenart, prof. nadzw. AM.

Recenzenci:

dr hab. inż. Roman Śmierzchalski, prof. nadzw. PG,
prof. dr hab. inż. Krzysztof Kluszczyński.

- tytuł magistra inżyniera uzyskany w 2001 r. na Wydziale Elektroniki Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

- 2008 – obecnie: adiunkt w Katedrze Mechatroniki Morskiej, Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa Politechniki Gdańskiej,
- 2003 – 2008: asystent w Katedrze Urządzeń Okrętowych i Oceanotechnicznych (obecna nazwa: Katedra Mechatroniki Morskiej).

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.)

a) tytuł osiągnięcia naukowego:

Moim osiągnięciem naukowym, uzyskanym po otrzymaniu stopnia doktora nauk technicznych, stanowiącym istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Transport określonym w art. 16. ust. 2 obowiązującej ustawy, jest jednotematyczny cykl publikacji związanych z bezpieczeństwem transportu morskiego pt „Ewolucyjne zbiory bezpiecznych trajektorii statków”.

Publikacje przedstawione w punkcie 4b autoreferatu, zamieszczone zostały w załączniku 7 - jako pliki "[hab-7.1.pdf](#) ÷ [hab-7.8.pdf](#) "

b) wykaz prac stanowiących osiągnięcie naukowe (tytuł publikacji, nazwa wydawnictwa, rok wydania, udział %, współautorzy) - układ chronologiczny

[1] *Solving Multi-Ship Encounter Situations by Evolutionary Sets of Cooperating Trajectories*, TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation Vol. 4 No. 2, 2010, Szłapczyński R. 100%.

[2] *Evolutionary Sets Of Safe Ship Trajectories: A New Approach To Collision Avoidance*, Journal of Navigation Vol. 64, no. 1, 2011, Szłapczyński R. 100%.

[3] *On evolutionary computing in multi-ship trajectory planning*, Applied Intelligence Vol. 37, Issue 2, 2012, Szłapczyński R. 70%, Szłapczyńska J. 30%.

[4] *Customized crossover in the Evolutionary Sets of Safe Ship Trajectories*, International Journal of Applied Mathematics and Computer Science (AMCS) Vol. 22, No. 4, 2012, Szłapczyński R. 70%, Szłapczyńska J. 30%.

[5] *Evolutionary approach to ship's trajectory planning within Traffic Separation Schemes*, Polish Maritime Research, No 1(72), Vol. 19, 2012, Szłapczyński R. 100%.

[6] *Evolutionary Sets Of Safe Ship Trajectories within Traffic Separation Schemes*, Journal of Navigation, Vol. 66, no. 1, 2013, Szłapczyński R. 100%.

[7] *Evolutionary Sets of Safe Ship Trajectories with speed reduction manoeuvres within traffic separation schemes*, Polish Maritime Research, No 1(79), Vol. 21, 2014, Szłapczyński R. 100%.

[8] *Evolutionary Planning of Safe Ship Tracks in Restricted Visibility*, Journal of Navigation, 2014, Szłapczyński R. 100%

c) omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Ogólny cel naukowy badań wykonanych w pracach przedstawionych do oceny

Zarówno główne osiągnięcie naukowe omówione poniżej jak i pozostałe osiągnięcia przedstawione w kolejnym punkcie autoreferatu należą do technik nawigacji stosowanych dla zapewnienia bezpieczeństwa transportu morskiego. Punktem wyjścia procesu opracowywania metody stanowiącej główne osiągnięcie naukowe były wnioski z badań rozpoczętych w trakcie realizacji pracy doktorskiej i kontynuowanych już po uzyskaniu stopnia doktora. Opracowałem wówczas dwie metody wyznaczania bezpiecznych trajektorii statków: dla obszarów ograniczonych i dla wód otwartych. Pierwsza z metod oparta była na własnym algorytmie poszukiwania najkrótszej ścieżki w siatce rastrowej z uwzględnieniem kosztów zmian kierunku ruchu. Charakteryzowała ją skuteczność w unikaniu kolizji z obiektami ruchomymi i przeszkodami stacjonarnymi, uwzględnienie ograniczeń toru wodnego (poprzez bezpośrednie wykorzystanie mapy rastrowej) oraz możliwość wyznaczania trajektorii wielu statków. Powyższe cechy były istotne z punktu widzenia możliwości zastosowania metody w systemach nadzoru ruchu statków (ang. Vessel Traffic Service – VTS). Jej ograniczeniem natomiast była złożoność obliczeniowa zależna od

rozmiaru mapy oraz liczby kierunków ruchu, co w praktyce uniemożliwiało pełną implementację Międzynarodowych Przepisów o Zapobieganiu Zderzeniom na Morzu (MPZZM) (nazywanych też Międzynarodowym Prawem Drogi Morskiej – MPDM) oraz zasad tzw. „dobrej praktyki morskiej”. Z kolei druga z opracowanych metod wyznaczania trajektorii statków – oparta na rekurencyjnym podziale obiektów obcych na grupy i wyznaczeniu sekwencji niezbędnych manewrów kursem (omówiona w punkcie 5. autoreferatu) – w pełni uwzględniała przepisy MPZZM, lecz niemożność zaimplementowania w ramach tej metody obsługi ograniczeń toru wodnego zawężyła jej zakres stosowania do wód otwartych.

Ograniczenia obydwu wyżej wspomnianych metod, jak również analiza problemów bezpieczeństwa transportu morskiego oraz współczesnych kierunków badań w tym zakresie, przekonały mnie o potrzebie opracowania nowej uniwersalnej metody planowania bezpiecznych trajektorii statków, którą cechowałyby następujące możliwości:

1. Planowanie trajektorii wszystkich statków biorących udział w sytuacji spotkania (a nie tylko statku własnego).
2. Uwzględnienie dowolnego modelu domeny statku (dla statku własnego i statków obcych) i zwracanie zbioru trajektorii zapewniającego nienaruszalność tych domen.
3. Minimalizacja średniej straty czasu (przy stałych nastawach silnika) lub minimalizacja średniej straty drogi (przy zastosowaniu zmian prędkości).
4. Znajdowanie zbioru dokładnych, bliskich optymalnym, trajektorii wszystkich obiektów w czasie nieprzekraczającym jednej minuty na standardowym komputerze osobistym.
5. Znajdowanie zbioru przybliżonych trajektorii wszystkich obiektów (tzn. prawidłowych kierunków i wielkości manewrów, lecz bez pełnej minimalizacji straty drogi, czasu, bądź paliwa) w czasie nieprzekraczającym trzydziestu sekund na standardowym komputerze osobistym.
6. Zastosowanie zarówno na wodach otwartych jak i na obszarach ograniczonych (w tym uwzględnienie przeszkód i ograniczeń toru wodnego).
7. Bezpośrednie korzystanie z map cyfrowych.
8. Uwzględnienie prawideł MPZZM obowiązujących statki widzące się wzajemnie (w szczególności prawideł od 13 do 17).
9. Uwzględnienie stref separacji ruchu (ang. Traffic Separation Schemes – TSS) zgodnie z prawidłem 10 MPZZM.
10. Uwzględnienie prawidła 19 MPZZM obowiązującego w warunkach ograniczonej widoczności.

Omówienie osiągniętych wyników badań – na bazie prac [1÷8]

W przeciwieństwie do algorytmów deterministycznych stosowanych w badaniach przed uzyskaniem stopnia doktora, nową metodę oparłem na algorytmach ewolucyjnych. Algorytmy ewolucyjne były już wcześniej stosowane przez innych

autorów do rozwiązywania podobnych problemów, jednak zawsze dotyczyło to planowania trajektorii lub manewru pojedynczego obiektu (statku własnego), przy jednoczesnym założeniu stałych kursów i prędkości pozostałych obiektów. Założenie stałych parametrów ruchu pozostałych obiektów jest niesłuszne w sytuacji, gdy obiekty te są zobligowane do manewrowania przez przepisy MPZZM lub gdy ich manewry są konieczne dla uniknięcia kolizji z przeszkodami lub do uniknięcia wejścia na mieliznę. Stąd główna idea nowej metody – poszukiwanie zbioru bezpiecznych, bliskich optymalnym trajektorii dla wszystkich statków, a nie tylko dla statku własnego. Metoda ta łączy założenia teorii gier z programowaniem ewolucyjnym: spotkanie wielu statków jest zamodelowane jako gra rozgrywana przez "myślących graczy" – statki o różnych, potencjalnie zmiennych strategiach. Rozwiązanie – zbiór bezpiecznych (niekolidujących) i bliskich optymalnym trajektorii jest znajdowane za pomocą algorytmu ewolucyjnego. Jednoczesne planowanie bezpiecznych trajektorii wszystkich obiektów biorących udział w spotkaniu jest problemem dużo bardziej złożonym niż obiektu pojedynczego. Wynika to głównie z faktu, że przestrzeń poszukiwań rozwiązania rośnie wykładniczo wraz z łączną liczbą punktów zwrotu wszystkich obiektów (która z kolei zależy liniowo od liczby samych obiektów). Dodatkowo liczba możliwych kolizji pomiędzy obiektami rośnie kwadratowo wraz z ich liczbą, a liczba potencjalnych naruszeń ograniczeń statycznych rośnie liniowo wraz z liczbą obiektów.

Omawianą metodę opracowywałem, implementowałem, testowałem i modyfikowałem w latach 2008 – 2014, a kolejne jej wersje i ukończone etapy prac (odpowiadające często punktom przedstawionej wcześniej listy) znajdowały swe odzwierciedlenie w publikacjach z cyklu stanowiącego prezentowane osiągnięcie naukowe. W miarę postępu prac zmieniały się sposoby generowania populacji początkowej na potrzeby algorytmu ewolucyjnego, coraz bardziej złożona stawała się funkcja celu, rosła też liczba operatorów zaprojektowanych specjalnie pod kątem rozwiązywanego problemu i algorytmów wykrywających naruszenia przyjętych ograniczeń.

Pierwsza wersja metody opublikowana została w [II.B.2.3], a jej funkcjonalność ograniczona była do punktów 1–5 z listy. Metoda korzystała z opracowanych wcześniej przeze mnie algorytmów deterministycznych do generowania populacji początkowej, która to populacja podlegała następnie ewolucji. Planowanie trajektorii statków w czasie rzeczywistym nakłada sztywne ograniczenia czasowe na cały proces obliczeniowy. Nawigator ma od 3 do 6 minut na podjęcie decyzji o manewrze antykolizyjnym, metoda powinna więc zwrócić wynik w czasie znacząco krótszym, stąd przyjęty maksymalny czas obliczeń – jedna minuta (na standardowym komputerze, o mocy obliczeniowej porównywalnej do tego, na którym byłby zainstalowany statkowy system antykolizyjny korzystający z metody). W przypadku omawianego problemu oznacza to, że zamiast typowej dla metod ewolucyjnych liczby pokoleń – od tysiąca do tysiąca kilkuset – należało ograniczyć ją do około stu. Aby to osiągnąć uzupełniłem mechanizmy ewolucyjne o specjalnie

zaprojektowane operatory wspomagające unikanie kolizji oraz o inne pokrewne heurystyki. Dzięki temu, mimo złożonego problemu, udało mi się osiągnąć zbieżność procesu do satysfakcjonujących wyników w zadanym czasie. Skuteczność w rozwiązywaniu sytuacji spotkań wielu statków na wodach otwartych w połączeniu z krótkim czasem obliczeń była na tyle obiecująca, by kontynuować badania i pracować nad rozszerzeniem funkcjonalności metody. Kolejna wersja metody [1] umożliwiała już zastosowanie jej również na obszarach ograniczonych (punkt 6. listy), przy czym początkowo ograniczenia toru wodnego i przeszkody modelowane były za pomocą wielokątów. W wersji tej obok wcześniejszych algorytmów wykrywania kolizji między statkami, zastosowane zostały również algorytmy wykrywające naruszenia ograniczeń statycznych. Również zbiór operatorów poszerzony został o operatory odpowiedzialne za unikanie kolizji z przeszkodami i unikanie naruszania ograniczeń toru wodnego.

Dalsze prace nad metodą prowadziłem w ramach projektu grantowego pt. „Ewolucyjne zbiory niekolidujących trajektorii statków w rozwiązywaniu sytuacji kolizyjnych na morzu” (numer rejestracyjny projektu: N N516 186737, numer umowy: 1867/B/T02/2009/37). Rezultatem tych prac była metoda korzystająca już bezpośrednio z mapy cyfrowej i w pełni uwzględniająca przepisy MPZZM obowiązujące statki widzące się wzajemnie (punkty 7 i 8 listy). Obsługa mapy cyfrowej wiązała się z wprowadzeniem nowych algorytmów wykrywających naruszenie izobaty bezpieczeństwa, a uwzględnienie przepisów MPZZM wymagało opracowania zarówno nowych algorytmów wykrywających przypadki łamania przepisów, jak i operatorów naprawczych mających na celu eliminację tych przypadków. Rozwiązanie problemu nawigacyjnego (z akcentem na modelowanie przepisów MPZZM za pomocą algorytmów ewolucyjnych) zostało udokumentowane w [2]. Kolejne prace miały na celu dalsze poprawienie jakości wyników przy jednoczesnym zachowaniu dotychczasowej maksymalnej dopuszczalnej liczby pokoleń (przekładającej się na czas obliczeń). Ponieważ możliwości dotychczasowego „silnika” ewolucyjnego metody powoli przestawały być wystarczające, konieczne stało się rozwiązanie szeregu problemów ewolucyjnych, przedstawionych szczegółowo w publikacjach poświęconym:

- złożonej funkcji przystosowania [II.B.2.18],
- kolejnym nowym operatorom dedykowanym dla problemu [II.B.3.2]
- optymalizacji pozostałych elementów i technik ewolucyjnych [II.B.3.3].

Podsumowanie nowo opracowanych narzędzi sztucznej inteligencji i opis dostosowania do własnych potrzeb narzędzi już istniejących zawarto w obszerniejszym artykule [3]. Optymalizację elementów ewolucyjnych kontynuowałem potem, skupiając się na operatorach krzyżowania i selekcji, a pozytywne wyniki opisane zostały szczegółowo w [4]. Obejmują one między innymi wyniki badań porównujących kilku różnych metod preselekcji i post-selekcji, a także porównujące kilka zbiorów operatorów krzyżowania (w tym operatory krzyżowania specjalnie zaprojektowane pod kątem rozwiązywanego problemu).

Osiągnięty, dzięki wyżej wymienionym pracom, wyższy poziom wydajności metody umożliwił dalszy jej rozwój funkcjonalny przy jednoczesnym spełnieniu wymogów dotyczących czasu obliczeń. Następne prace dotyczyły opracowania wersji metody działającej na obszarach z separacją ruchu. Pierwsze ich rezultaty przedstawiono w [5], jednak opisana tam metoda zakładała jedynie manewry antykolizyjne statku własnego, a manewry pozostałych obiektów były ograniczone do zapewnienia zgodności z prawidłem 10 MPZZM. Pełna wersja metody, umożliwiająca szczegółowe planowanie trajektorii wszystkich obiektów na obszarach z separacją ruchu, przedstawiona została dopiero w [6]. W publikacjach poświęconych wersji metody uwzględniającej strefy separacji ruchu dokonałem identyfikacji i klasyfikacji około dwudziestu możliwych przypadków naruszeń różnych typów obszarów należących do standardowej strefy separacji ruchu. Następnie na bazie tej klasyfikacji opracowałem system kar zastosowany w nowej funkcji przystosowania. Ponieważ kary te prowadziły okazjonalnie do faworyzowania trajektorii omijających strefy separacji w ogóle, opracowałem dodatkowy mechanizm nagradzania trajektorii korzystających z pasów ruchu, tak, aby zwiększyć prawdopodobieństwo przetrwania osobników zawierających takie trajektorie, pomimo występowania w nich naruszeń. Ponadto opracowałem nowy sposób deterministycznego generowania wstępnej ścieżki dla każdego statku, tak, aby ścieżki te przebiegały wzdłuż pasów ruchu i zgodnie z ich kierunkiem, a zarazem równoległe do siebie i w bezpiecznej wzajemnej odległości na całej długości pasów ruchu. Zbiory takich ścieżek dodawane są następnie do populacji początkowej, aby przyspieszyć postęp w początkowej fazie ewolucji. Dodatkowo zaprojektowałem nowy zbiór operatorów specjalizowanych usuwających naruszenia strefy separacji ruchu. Wszystkie wyżej wymienione elementy zwiększają prawdopodobieństwa szybkiego uzyskania bezpiecznych trajektorii zgodnych z prawidłem 19 i prawdopodobieństwo osiągnięcia szybkiej zbieżności do satysfakcjonujących wyników. Ogółem, wymienione tu publikacje dokumentowały pierwsze prace nad uwzględnieniem stref separacji ruchu w ramach jakichkolwiek informatycznych metodach automatycznego planowania bądź wyznaczania tras lub trajektorii statków.

Ponieważ manewrowanie kursem w obrębie pasów ruchu jest możliwe w ograniczonym stopniu, często stosuje się tam manewr prędkością, a szczególnie redukcję prędkości (by uniknąć wyprzedzania na wąskich torach wodnych). Dlatego też, aby lepiej i szybciej uwzględniać manewrowanie prędkością, wprowadziłem nowy mechanizm stosowania redukcji prędkości w metodzie ewolucyjnej, który pozwala uniknąć nadmiernego wzrostu przestrzeni poszukiwań (a tym samym czasu obliczeń). Mechanizm ten opisałem szczegółowo w [7]. Ponadto, dla wygody pracy potencjalnego użytkownika (operatora korzystającego z systemu w centrum VTS) wprowadziłem tam system automatycznego podziału statków na grupy na podstawie ich priorytetów, parametrów ruchu i punktów przeznaczenia, tak, aby usprawnić i przyspieszyć proces znajdowania trajektorii (są one planowane niezależnie od siebie w ramach osobnych grup odpowiadających poszczególnym częściom złożonej strefy

separacji ruchu, i dopiero na późniejszym etapie grupy te są porównywane ze sobą). Oprócz tego zastosowałem też specjalny mechanizm normalizacji, tak, aby było możliwe porównywanie trajektorii zawierających manewr redukcji prędkości z trajektoriami statków utrzymujących stałe nastawy silnika [II.B.2.20].

Obecnie ukończyłem ostatnie z planowanych prac nad metodą tzn. opracowałem wersję metody uwzględniającą prawidło 19 MPZZM, obowiązujące w warunkach ograniczonej widoczności i zastępujące wtedy prawidła 11 – 18. W ramach prac zaprojektowałem i zastosowałem nowe algorytmy wykrywania naruszeń prawidła 19 oraz operatory eliminujące te naruszenia. Wprowadziłem również specjalny mechanizm stymulujący wykonanie przepisowego manewru w sytuacji, gdy pozornie nie jest on niezbędny (wcześniejszy manewr drugiego obiektu jest wystarczający do uniknięcia kolizji). Artykuł zawierający opis tej wersji metody [8] został już przyjęty do druku w roku 2014.

Ogólny sposób wykorzystania osiągniętych wyników badań

Metoda w swym aktualnym kształcie posiada wszystkie cechy wymienione w liście z pierwszej części punktu 4c („Ogólny cel naukowy badań wykonanych w pracach przedstawionych do oceny”) i stanowi w pełni funkcjonalne narzędzie, które można zastosować zarówno w pokładowych systemach antykolizyjnych, jak i w centrach VTS zarządzających ruchem statków w okolicach portów (szczególnie tych ze strefami separacji ruchu). Prawdopodobnie metoda będzie też najkorzystniejszym rozwiązaniem z punktu widzenia projektantów urządzeń umożliwiających statkom negocjacje manewrów antykolizyjnych (rozpoczęte zostały prace nad tego typu urządzeniami i pierwsze pojawiające się publikacje na ten temat sugerują, iż może to być popularny kierunek rozwoju komercyjnych systemów antykolizyjnych).

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych, dydaktycznych i organizacyjnych

Wykaz osiągnięć naukowo-badawczych, dydaktycznych i organizacyjnych zamieszczono w załączniku 4 (w pliku "[hab-4.pol.pdf](#)").

5.1. Działalność naukowo - badawcza, dydaktyczna i organizacyjna prowadzona przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych lata (2003-2007)

W okresie poprzedzającym obronę rozprawy doktorskiej moja praca naukowa skupiała się na deterministycznych metodach i algorytmach planowania bezpiecznych trajektorii statków i manewrów antykolizyjnych oraz na metodach szacowania i modelowania ryzyka kolizji statków. W ramach działalności dydaktycznej prowadziłem zajęcia z podstaw informatyki, podstaw programowania i baz danych.

W ramach działalności organizacyjnej dwukrotnie (lata 2003-2004) pracowałem w komisji rekrutacyjnej Wydziału.

5.2. Działalność naukowo-badawcza prowadzona po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych lata (2007-2014)

W ramach mojej pracy naukowej po uzyskaniu stopnia doktora, poza wątkiem badawczym omówionym już w punkcie 4c autoreferatu, można wydzielić jeszcze dwa wątki tematyczne, również związane z technikami nawigacji rozwijanymi na potrzeby zapewnienia bezpieczeństwa transportu morskiego:

- dalsze badania nad metodą wyznaczania bezpiecznych trajektorii statków, jako sekwencji manewrów zmian kursu,
- metody wizualizacji ryzyka kolizji i manewrów bezpiecznych.

Pierwszy z wątków to kontynuacja badań nad jedną z metod ujętych w rozprawie doktorskiej. Ostateczna wersja tej metody przedstawiona została w [II.B.2.1]. Celem metody było planowanie trajektorii odzwierciedlających realne decyzje doświadczonego nawigatora manewrującego statkiem w sytuacji zagrożenia kolizją i postępującego zgodnie z przepisami MPZZM i dobrą praktyką morską. Dlatego też zamiast tradycyjnej minimalizacji straty drogi założyłem tu, że dla zadanej maksymalnej dopuszczalnej straty drogi należy znaleźć trajektorię minimalizującą liczbę wykonywanych manewrów tak, by manewry statku własnego nie utrudniały niepotrzebnie jego śledzenia przez systemy ARPA statków obcych. Metodę przedstawiłem wyczerpująco w [I.2.1] – monografii, która stanowiła angielskojęzyczną wersję mojej rozprawy doktorskiej, rozszerzoną o wyniki prac z tej tematyki, które prowadziłem już po uzyskaniu stopnia doktora. Główną ideą metody jest klasyfikacja obiektów obcych na podstawie punktu spotkania z każdym z nich i czasu pozostającego do tego spotkania. Z wyników tej klasyfikacji korzystają następnie algorytmy rekurencyjne planujące oddzielne manewry antykolizyjne dla każdej z wyróżnionych grup obiektów obcych. W razie niemożności wyznaczenia trajektorii spełniającej zadane warunki (nienaruszalność domen wszystkich obiektów i maksymalna dopuszczalna strata drogi) w ramach metody przeprowadzony zostaje dalszy podział obiektów obcych na grupy i rekurencyjne wykonywanie algorytmów dla każdej z nowopowstałych grup. Zarówno główna koncepcja metody jak i wszystkie jej elementy składowe są w pełni autorskie, włącznie z opublikowaną wcześniej przeze mnie nową miarą ryzyka kolizji statków (opartą na koncepcji domeny statku) i nowym algorytmem wyznaczania tzw. niezbędnego manewru kursem (gwarantującym nienaruszalność domeny przy jednoczesnej minimalizacji straty drogi i uwzględnieniu przepisów MPZZM).

Drugi z omawianych w tym punkcie wątków dotyczył narzędzi stanowiących uzupełnienie zarówno metody deterministycznej (przedstawionej powyżej), jak i metod ewolucyjnych (które stanowią osiągnięcie naukowe). Opracowywanie tego typu narzędzi jest pożądane z następującego powodu. Zakres stosowania metod

planowania bezpiecznych trajektorii statków jest praktycznie ograniczony do sytuacji, gdy odległość początkowa pomiędzy statkiem własnym a najbliższym z obiektów obcych jest bezpieczna, a czas pozostający do potencjalnej kolizji pozwala na uwzględnienie, oprócz kwestii bezpieczeństwa, również aspektu ekonomicznego. Możliwe jest wówczas zaplanowanie nie tylko pojedynczego manewru antykolizyjnego, ale również następującego po owym manewrze (lub po kilku manewrach) powrotu na pierwotny kurs lub na pierwotną trajektorię. Jednak w sytuacji, gdy mamy już do czynienia z nadmiernym zbliżeniem do zagrażającego kolizją obiektu (lub krótkim czasem pozostającym do potencjalnej kolizji) nie zawsze jest to możliwe. Bieżące ryzyko jest już wówczas na tyle duże, że powinno być jak najszybciej zmniejszone bez względu na aspekt ekonomiczny. Głównym celem staje się wtedy zaplanowanie tzw. „manewru ostatniej szansy” tzn. takiego, który minimalizuje ryzyko kolizji pomijając wielkość wynikającej z tego manewru straty drogi, czasu bądź paliwa. Właśnie tego problemu dotyczą metody, które opracowałem w ramach drugiego z omawianych w tym punkcie wątków badawczych. W [II.B.2.2] przedstawiłem nową metodę wizualizacji ryzyka kolizji, a zarazem wizualizacji wszystkich możliwych manewrów antykolizyjnych. Zaproponowane tam zobrazowanie umożliwia nawigatorowi szybki wybór bezpiecznej kombinacji kursu i prędkości statku własnego, które pozwolą uniknąć naruszenia domeny statku własnego i domen obiektów obcych. Ponadto metoda umożliwia konfigurację i parametryzację domen, włącznie z zastosowaniem domeny rozmytej, a w sytuacji dużego zagęszczenia obiektów obcych i bardzo bliskich odległości początkowych od tych obiektów pozwala na wybór manewru skutkującego stosunkowo najmniejszym naruszeniem domeny własnej (jeśli całkowite uniknięcie naruszenia domeny nie jest już możliwe).

Rozszerzoną wersję tej metody, uzupełnioną o elementy szybkiego wyznaczania nowej bezpiecznej trajektorii na podstawie trajektorii pierwotnej zaprezentowałem w [II.B.2.4]. Z kolei w [II.B.2.5] przedstawiona została metoda rozszerzająca prezentację graficzną z [II.B.2.2] o wizualizację czasu pozostającego do spotkania z każdym z obiektów obcych, pozwalając tym samym nawigatorowi na szybki wybór manewru „tymczasowo bezpiecznego” w przypadku dużej liczby obiektów obcych. Sama idea zobrazowania korzystającego ze sprzężonego układu kartezjańskiego (osie współrzędnych reprezentują jednocześnie składowe prędkości i położenia) zaczerpnięta została z wcześniejszych prac innych autorów. Natomiast uwzględnienie domeny statku (zamiast stosowanej wcześniej odległości bezpiecznej, dalece upraszczającej problem), czasu na podjęcie decyzji przez nawigatora oraz dynamiki manewru statku (zamiast manewru kinematycznego) są elementami nowymi, które przełożyły się na zupełnie inne rozwiązanie od strony obliczeniowej: własne deterministyczne algorytmy numeryczne zamiast dotychczasowego rozwiązania analitycznego (analityczne rozwiązanie rozszerzonego problemu nie jest możliwe). Poza tym, uwzględnienie domen statków (w tym również domen rozmytych) poskutkowało też odmienną prezentacją graficzną.

W przygotowaniu (zgłoszona ponownie po poprawkach sugerowanych przez recenzentów) jest kolejna praca z tej tematyki [II.B.5.1], przedstawiająca nowo opracowaną przeze mnie metodę, która oprócz wizualizacji bezpiecznych kombinacji własnego kursu i prędkości zaznacza również wszystkie kombinacje kursu i prędkości sprzeczne z prawidłami MPZZM. Metoda bierze pod uwagę warunki widoczności: dobre (zastosowanie prawideł od 11 do 18) lub ograniczone (prawidło 19). W rezultacie nawigator może łatwo wybrać manewr bezpieczny, a zarazem zgodny z przepisami obowiązującymi dla bieżących warunków widoczności.

5.3. Działalność dydaktyczna po obronie pracy doktorskiej (lata 2007-2014)

W 2012 r. zaproponowałem i opracowałem w całości programy grupy nowych przedmiotów – „Badania operacyjne z elementami teorii grafów w transporcie – systemy transportu wodnego” (wykład i laboratorium) dla dwu specjalności kierunku studiów Transport:

- a) systemy transportu wodnego,
- b) środki transportu wodnego.

5.4. Działalność organizacyjna po obronie pracy doktorskiej (lata 2007-2014)

Jestem przedstawicielem Wydziału Oceanotechniki i Okrętownictwa ds. studentów obcojęzycznych oraz przedstawicielem ds. zgodności programowych przedmiotów informatycznych dla kierunku studiów „Energetyka” (studia międzywydziałowe).

5.5. Uzyskane nagrody, wyróżnienia i odznaczenia

1. Nagroda Rektora Politechniki Gdańskiej (indywidualna, I stopnia za szczególne osiągnięcia naukowe w 2009 roku).
2. Nagroda Rektora Politechniki Gdańskiej (indywidualna, III stopnia za szczególne osiągnięcia naukowe w 2011 roku).
3. Nagroda Rektora Politechniki Gdańskiej (indywidualna, III stopnia za szczególne osiągnięcia naukowe w 2012 roku).
4. Wyróżnienie referatu „*Solving Multi-Ship Encounter Situations by Evolutionary Sets of Cooperating Trajectories*” na konferencji *TransNav 2009*.

Rafał Szczyński
.....
Imię i Nazwisko