

Prof. dr hab. inż. Roman Śmierzchalski, prof. zw. PG

Dyscyplina: automatyka i robotyka

Specjalności: automatyka okrętowa, elektronika okrętowa, sterowanie statkiem, nawodne pojazdy autonomiczne, metody sztucznej inteligencji, metody optymalizacji

Katedra Automatyki

Wydział Elektrotechniki i Automatyki

Politechnika Gdańska

bud. E, pok. 211, tel. 58 348 63 27

E-mail: roman.smierzchalski@pg.gda.pl

Tematyka oferowanych prac doktorskich

1. Ewolucyjne metody planowania ścieżek przejść obiektu ruchomego w środowisku niestacjonarnym.

Charakterystyka tematu: Wyznaczanie optymalnej ścieżki przejścia jest istotnym problemem w sterowaniu obiektami ruchomymi. Problem ten występuje podczas sterowania robotem mobilnym, autonomicznym pojazdem nawodnym, statkiem w procesie unikania kolizji i planowania pogodowym trasy rejsu, manipulatorem przenoszącym określony element. Określanie ścieżki komplikuje się, gdy nie są dokładnie znane warunki i środowisko, w którym obiekt funkcjonuje. Ścieżka przejścia musi omijać przeszkody występujące w środowisku: ograniczenia statyczne i dynamiczne. Ze względu na to, że sterowanie obiektami musi być realizowane w czasie rzeczywistym należy opracować metodę, która jest w stanie rozwiązać zadanie optymalizacji ścieżki przejścia w czasie zbliżonym do rzeczywistego. Uwzględniając specyfikę zadania i efektywność algorytmów optymalizacji można stwierdzić, że skutecznym narzędziem rozwiązywania tego zadania w czasie zbliżonym do rzeczywistego są algorytmy ewolucyjne. Celem pracy jest opracowanie i przebadanie modyfikacji oraz wariantów algorytmów ewolucyjnych zadania planowania ścieżki przejścia obiektu ruchomego w środowisku statycznym i zmieniającym się dynamicznie pod kątem zwiększenia efektywności działania algorytmu. Główne kierunki badań będą dotyczyły opracowania algorytmu pozwalającego na jego implementację w układach rzeczywistych sterowania. Punktem wyjścia do badań algorytmów będzie system vEP/N ++, rozwijany w Katedrze Automatyki w wersji pozwalającej na uwzględnianie zmian prędkości obiektu ruchomego na poszczególnych odcinkach. Bazując na tym systemie, proponuje się wprowadzanie modyfikacji oraz wariantów algorytmów. Analiza efektywności działania algorytmów zostanie przeprowadzana w oparciu o symulacje komputerowe. Do testów proponuje się problemy nawigacji morskiej.

Słowa kluczowe: planowanie ścieżek przejść obiektu ruchomego, algorytmy ewolucyjne, sterowanie statkiem w sytuacji kolizyjnej, symulacja procesów rzeczywistych, modelowanie i sterowanie ruchem obiektów, optymalizacja wielokryterialna.

Wymagania: podstawowa znajomość metod sztucznej inteligencji, optymalizacji i sterowania, dobre opanowanie programowania w języku C++, zainteresowania tematyką morską. Kandydat powinien mieć ukończony kierunek: Automatyka i Robotyka, Elektrotechnika lub pokrewny.

2. Sterowanie autonomicznym pojazdem nawodnym (np. jachtem) z wykorzystaniem metod sztucznej inteligencji.

Charakterystyka tematu: Jednym z istotnych problemów związanych z badaniem i przeszukiwaniem powierzchniowych obszarów wodnych jest jego eksploracja. Celem pracy

będzie opracowanie wielowarstwowego systemu sterowania autonomicznym pojazdem nawodnym z wykorzystaniem sztucznej inteligencji do celów eksploracji określonych obszarów wodnych lub realizacji określonej misji. Metody badawcze będą dotyczyły precyzyjnego sterowania pojazdem nawodnym po trajektorii w obecności zakłóceń środowiska morskiego. Sterowanie pojazdami powinno być zrealizowane w oparciu o strukturę wielowarstwową: warstwę nadrzędną, warstwę sterownia bezpośredniego. W ramach sterowania nadrzędną proponuje się określenie ścieżki przejścia pojazdu z wykorzystaniem algorytmów ewolucyjnych. Z kolei zastosowanie sterowania rozmytego do utrzymania zadanej trajektorii pojazdów może pozwolić na sterowanie w sytuacji występowania zakłóceń od środowiska morskiego. Dodatkowo zadaniami systemu będzie utrzymanie zadanej pozycji, nadążanie za zadaną trajektorią przy jak najmniejszym zużyciu energii. Obiektem sterowania będzie pojazd nawodny o określonej dynamice, wyposażony w urządzenia pomiarowe nawigacyjne i elementy wykonawcze.

Słowa kluczowe: modelowanie i sterowanie pojazdem nawodnym, logika rozmyta, algorytmy ewolucyjne, wielowarstwowa struktura sterowania.

Wymagania: podstawowa znajomość zagadnień modelowania i sterowania, metod sztucznej inteligencji, zainteresowanie tematyką morską. Umiejętność oprogramowania w C++ i MatLab. Kandydat powinien mieć ukończony kierunek: Automatyka i Robotyka, Elektrotechnika lub pokrewny.

3. Zarządzanie mocą w systemie elektroenergetycznym statków z dynamicznym pozycjonowaniem.

Charakterystyka tematu: Statki z systemem DP znacznie upraszczają zadania i operacje wykonywane na morzu, szczególnie przy wydobyciu ropy naftowej. Funkcje, jakie realizują te statki, są w stanie wyeliminować pracę holowników, a także charakteryzują się szybką reaktywnością na zmiany warunków pogodowych lub parametrów pracy. Przynosi to wszechstronność wykorzystania tego typu statków. Wadą systemów DP jest wysoki poziom złożoności rozwiązań i tym samym wrażliwość na awarie poszczególnych urządzeń, wchodzących w skład systemu DP. Za przykład może posłużyć zanik energii elektrycznej, brak napędu, a więc awaria steru strumieniowego, awaria urządzeń sterujących czy układów automatyki i pomiarowych. Aby podnieść poziom bezpieczeństwa pracy i dyspozycyjności systemów DP, nowoczesne rozwiązania rozbudowane są o dodatkowe urządzenia nadmiarowe. Dynamiczne pozycjonowanie generuje również duże zapotrzebowanie na moc. W zależności od wielkości, typu budowane statki mają zapotrzebowanie na moc rzędu kilkudziesięciu MW. Głównym odbiorcą energii są stery strumieniowe, których moc mieści się w przedziale 10 – 50 MW. Celem pracy będzie analiza systemu elektroenergetycznego statku DP, pod kątem bezpieczeństwa zasilania w energię elektryczną, minimalizacji kosztów eksploatacji i produkcji energii, konfiguracji zespołów prądowców oraz systemu zarządzania mocą PMS (Power Management System), doboru odbiorców energii elektrycznej. Praca będzie realizowana ze ścisłą współpracą z biurem projektowym Stoczni Remontowej S.A.

Słowa kluczowe: system elektroenergetyczny statku, zarządzanie mocą, dynamiczne pozycjonowanie, modelowanie i symulacja, optymalizacja wytwarzania energii elektrycznej na statku.

Wymagania: podstawowa znajomość zagadnień wytwarzania, rozdziału i obioru energii elektrycznej, dobre opanowanie analizy, modelowania i symulacji pracy systemu energoelektronicznego, zainteresowanie tematyką morską. Kandydat powinien mieć ukończony kierunek: Automatyka i Robotyka, Elektrotechnika lub pokrewny.

4. Wspomaganie projektowania sieci kablowych instalacji systemu elektroenergetycznego statku.

Charakterystyka tematu: Jednym z problemów w projektowaniu instalacji kablowych na statku jest poszukiwanie optymalnego rozłożenia przewodów po względem aspektów ekonomicznych, technicznych i bezpieczeństwa oraz wymagań towarzystw klasyfikacyjnych. Celem pracy będzie stworzenie systemu wspomagania projektowania sieci kablowych na statkach w celu optymalizacji doboru kabli i przewodów na obciążalność, przekrojów kabli ze względu na dopuszczalny spadek napięcia, ułożenia, mocowania, przejścia kabli przez pokłady, grodzie i ścianki, przyłączanie i łączenie kabli. W pracy do wspomagania decyzji proponuje się wykorzystanie systemów eksperckich. Praca będzie realizowana ze ścisłą współpracą z biurem projektowym Stoczni Remontowej S.A.

Słowa kluczowe: okrętowe instalacje elektryczne, przepisy towarzystw klasyfikacyjnych, systemy wspomagania projektowania, systemy eksperckie.

Wymagania: podstawowa znajomość zagadnień instalacji elektrycznych, umiejętność tworzenia systemów wspomagania projektowania w dowolnym języku programowania, zainteresowania tematyką morską i stoczniową. Kandydat powinien ukończyć kierunek: Automatyka i Robotyka, Elektrotechnika lub pokrewny.

5. Regulator dynamicznego pozycjonowania (DP) statku.

Charakterystyka tematu: Celem pracy jest opracowanie i przebadanie pod względem dokładności sterowania, regulatora dynamicznego pozycjonowania o strukturze przełączalnej, z wykorzystaniem wybranych obserwatorów do estymacji położenia, kierunku i prędkości: wzdłużnej, poprzecznej i kątowej statku DP oraz uwzględniając zakłócenia zewnętrzne środowiska morskiego. W części eksperymentalnej badań celem będzie powiązanie opracowanego regulatora z modelem symulacyjnym systemu DP, uzyskanym w wyniku wykorzystania nowych technik modelowania numerycznego. W ramach pracy planowane są następujące zadania: dobór obserwatorów w zależności od stanu środowiska oraz typu regulatora zastosowanego w przełączalnej strukturze sterowania, opracowanie regulatora rozmytego Takagi-Sugeno systemu DP, opracowanie regulatora predykcyjnego MPC systemu DP, zintegrowanie opracowanych regulatorów z obserwatorami do szacowania zmiennych stanu i filtracji szybkozmiennych zakłóceń falowych, opracowanie hybrydowego regulatora DP z przełączalną strukturą, badanie właściwości układu sterowania w wybranych konfiguracjach regulatorów, implementacja algorytmów sterowania do modelu symulacyjnego, weryfikacja hybrydowego regulatora dla wybranych scenariuszy dynamicznego pozycjonowania statku.

Słowa kluczowe: dynamiczne pozycjonowanie, sterowanie predykcyjne i rozmyte, optymalizacja sterowania statkiem DP, modelowanie i symulacja.

Wymagania: podstawowa znajomość zagadnień sterowania, dobre opanowanie analizy, modelowania i symulacji procesów dynamicznych, zainteresowanie tematyką morską. Kandydat powinien mieć ukończony kierunek: : Automatyka i Robotyka, Elektrotechnika lub pokrewny.

6. Alokacji pędników na statku dynamicznie pozycjonowanych z zastosowaniem regulatora predykcyjnego.

Charakterystyka tematu: Celem pracy jest opracowanie układu alokacji pędników z zastosowaniem regulacji predykcyjnej MPC do optymalizacji ich pracy, z uwzględnieniem modelu dynamiki pędników i ich ograniczeń. W części eksperymentalnej badań celem będzie powiązanie opracowanego układu z modelem symulacyjnym systemu DP. W ramach pracy planowane są następujące zadania: opracowanie modelu dynamiki pędników oraz ich ograniczeń, opracowanie regulatora predykcyjnego MPC układu alokacji pędników, zintegrowanie opracowanego układu alokacji pędników MPC z układem regulacji DP, badanie właściwości

układu alokacji pędników MPC i dobór jego parametrów, implementacja układu alokacji pędników MPC do modelu symulacyjnego i fizycznego statku DP, weryfikacja układu regulacji DP z układem alokacji pędników MPC dla wybranych scenariuszy dynamicznego pozycjonowania.

Słowa kluczowe: dynamiczne pozycjonowanie, sterowanie predykcyjne, alokacja pędników, dynamika statków, modelowanie i symulacja.

Wymagania: podstawowa znajomość zagadnień sterowania, dobre opanowanie analizy, modelowania i symulacji procesów dynamicznych, zainteresowanie tematyką morską. Kandydat powinien mieć ukończony kierunek: Automatyka i Robotyka, Elektrotechnika lub pokrewny.

Publikacje:

Śmierzchalski R.: Automatykacja i sterowania statkiem. Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2013. 196 s, Monografia nr 18 AiR PAN.

Śmierzchalski R.; Automatykacja systemu elektroenergetycznego statku, Wydawnictwo Gryf, Gdańsk 2004 s. 182, Monografia.

Śmierzchalski R., Kolendo P., Kuczkowski Ł., Jaworski B., Witkowska A.: The Niching Mechanism in the Evolutionary Method of Path Planning, W : Artificial Intelligence and Soft Computing : 12th International Conference, ICAISC 2013, Zakopane, Poland, June 2013. - Part II/ ed. eds. L. Rutkowski; M. Korytkowski; R. Scherer; R. Tadeusiewicz; L. A. Zadeh; J.k M. Zurada. Zakopane: Springer, 2013, s.101-112.

Śmierzchalski R., Kuczkowski Ł., Kolendo P., Jaworski B.: Distributed Evolutionary Algorithm for Path Planning in Navigation Situation, TransNav - The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. -Vol. 7, nr. 2 (2013), s.293-300.

A. Witkowska, R. Śmierzchalski, Designing a ship course controller by applying the adaptive backstepping method, International Journal of Applied Mathematics and Computer Science. - Vol. 22, iss. 4, 2012, s. 985-997.

Śmierzchalski R., Kolendo P.: Ship Evolutionary Trajectory Planning Method with Application of Polynomial Interpolation Activities in Navigation: Marine Navigation and Safety of Sea Transportation: CRC Press Balkema, 2015, s.161-166

Kuczkowski Ł., Śmierzchalski R.: Impact of Initial Population on Evolutionary Path Planning Algorithm: Aktualne problemy automatyki i robotyki ed. Krzysztof Malinowski, Jerzy Józefczyk, Jerzy Świętek Warszawa: Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, 2015, s.806-814

Informacje dodatkowe

- Promotor 5 zakończonych przewodów doktorskich.
- Możliwość przyjęcia dwóch doktorantów.
- Możliwość prowadzenia innych tematów niż wyżej wymienione z dowolnej tematyki związanej z automatyką i elektrotechniką okrętową oraz sterowaniem statkiem.
- Możliwość włączenia doktoranta w prace badawczo-rozwojowe.