

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

Dyscyplina: automatyka i robotyka

Specjalności: automatyka okrętowa, elektronika okrętowa, 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 lub Elektrotechnika.

2. Sterowanie autonomicznym pojazdem nawodnym 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 pojazdów 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 lub Elektrotechnika.

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 wydobywaniu 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 prądotwórczych 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 Elektrotechnika lub Automatyka i Robotyka.

4. Optymalizacja pracy kolektora słonecznego do grzania powietrza.

Charakterystyka tematu: Dynamicznie rozwija się dziedzina OZE wykorzystująca energię słońca do podgrzewania wody (c.w.u.) oraz wspomaganie centralnego ogrzewania (c.o.) budynków mieszkalnych, hal, magazynów, hoteli, budynków użyteczności publicznej. Kolektory słoneczne na polskim rynku występują głównie w dwóch typach konstrukcji: płaski i próżniowo – rurowy. Od pewnego czasu można zauważyć, że kolektory próżniowo – rurowe zaczęły zastępować kolektory płaskie ze względu na sprawność cieplną oraz wydajność w ciągu roku. Kolektory próżniowo – rurowe do grzania powietrza, działają w oparciu o strumień powietrza płynący przez

uksztaltowany kanał kolektora, który jest ogrzewany dzięki energii cieplnej dostarczanej przez absorber pochłaniający promieniowanie słoneczne. Następnie odfiltrowane powietrze i dzięki zastosowaniu wentylatorów na wejściu i wyjściu kanału transportowane jest do pomieszczenia przewodem i rozprowadzane systemem nawiewowym. Celem pracy będzie zoptymalizowanie pod względem konstrukcyjnym jak i sterowania natężeniem strumienia powietrza opatentowanego rzeczywistego prototypu kolektora powietrznego. Do badań udostępniony będzie rzeczywisty kolektor powietrzny zamontowany na dachu PG wraz z aparaturą kontrolno-pomiarową oraz system Flownex Simulation Environment / Process Flow & Heat Transfer do modelowania pracy kolektora.

Słowa kluczowe: modelowanie procesów cieplnych, kolektor słoneczny do grzania powietrza, sterowanie pracą kolektora, system Flownex.

Wymagania: podstawowa znajomość zagadnień OZE, dobre opanowanie analizy, modelowania i symulacji procesów cieplnych. Kandydat powinien mieć ukończony kierunek Automatyka i Robotyka lub Elektrotechnika.

5. 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 wspomaganie 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 wspomaganie 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 wspomaganie projektowania, systemy eksperckie.

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

6. Hybrydowy regulator dynamicznego pozycjonowania (DP) statku.

Charakterystyka tematu: Celem pracy jest opracowanie i przebadanie pod względem dokładności sterowania, hybrydowego 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 lub Elektrotechnika.

7. 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 lub Elektrotechnika.

Publikacje

1. Śmierzchalski R.: Automatykacja i sterowania statkiem. Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2013. 196 s, Monografia nr 18 Komitetu AiR PAN.
2. 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.
3. 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.
4. 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
5. Kuczkowski Ł., Śmierzchalski R.: Impact of Initial Population on Evolutionary Path Planning Algorithm: Aktualne problemy automatyki i robotyki ed. Krzysztof Malinowski, Jerzy Józefczyk, Jerzy Świątek Warszawa: Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, 2015, s.806-814

Informacje dodatkowe

- Promotor 3 zakończonych przewodów doktorskich
- Możliwość przyjęcia dwóch doktorantów
- Możliwość prowadzenia innych tematów niż wyżej wymienione z dowolnej tematyki związanej z automatyką i elektrotechniką okrętową
- Możliwość włączenia doktoranta w prace badawczo-rozwojowe