

dr hab. inż. Jerzy Graffstein

Automatycznie sterowane manewry statku powietrznego celem unikania kolizji z ruchomymi przeszkodami

Grono profesorskie w składzie Edyta Ładyżyńska-Kozdraś, Tadeusz Uhl, Stanisław Kachel, Mariusz Michał Zieja – oceniło dorobek naukowy złożony z monografii i cyklu publikacji powiązanych tematycznie.



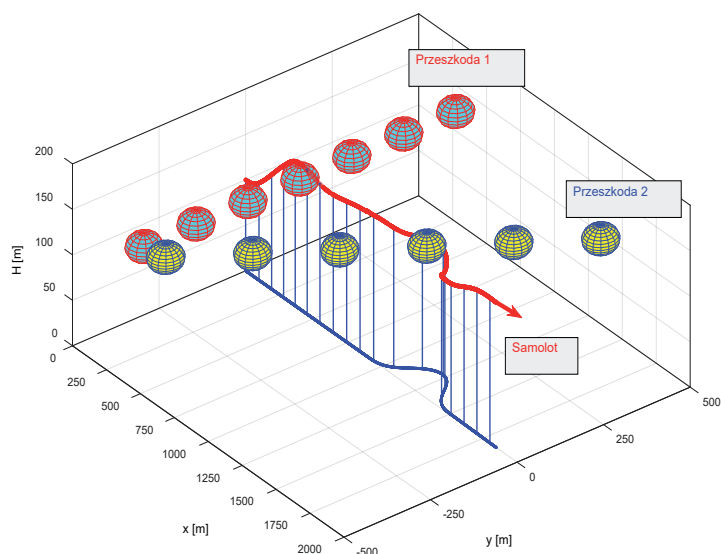
Absolwent Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej (1984 r.). Pracę magisterską **Projekt koncepcyjny autopilota adaptacyjnego przeznaczonego do śmigłowca klasy W-3**, promotorem był dr inż. Jerzy Gałaj. Na tej samej uczelni w 1999 r. obronił z wyróżnieniem rozprawę doktorską **Modelowanie i symulacja numeryczna dynamiki sterowanego autonomicznie samolotu bezpilotowego w locie programowym**, której promotorem był prof. dr hab. inż. Jerzy Maryniak. 6 marca 2025 r. uzyskał stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria mechaniczna nadany przez Radę Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Świętokrzyskiej. Zainteresowania naukowe Jerzego Graffsteina dotyczą opisu matematycznego wzajemnych relacji między samolotem a ruchomą przeszkodą oraz analiza wyników symulacji ruchu samolotu w czasie automatycznie wykonywanych manewrów antykolizyjnych, przyczyniając się tym samym do zwiększenia bezpieczeństwa ruchu lotniczego.

Podstawę wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego stanowiło osiągnięcie naukowe złożone z monografii **Automatycznie sterowane manewry statku powietrznego celem unikania kolizji z ruchomymi przeszkodami** oraz monotematycznego cyklu 10 publikacji naukowych opublikowanych w czasopiśmie, większość z listy Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, w tym rozdziałów w monografiach wydawanych przez Politechnikę Świętokrzyską oraz wydawnictwo Springer.

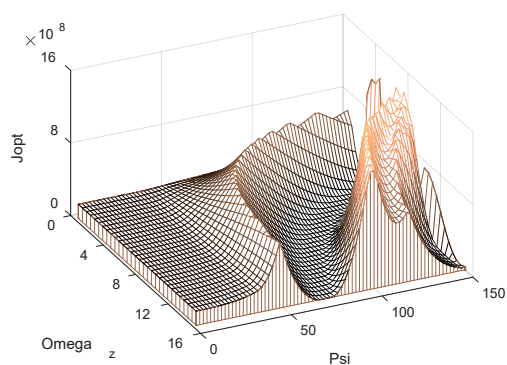
Głównym celem naukowym wskazanego cyklu było opracowanie i optymalizacja algorytmów automatycznego sterowania

lotem samolotu w sposób, który gwarantuje unikanie przez samolot kolizji z ruchomymi przeszkodami w przestrzeni powietrznej. Kluczowym elementem tego problemu było modelowanie dynamiki lotu statku powietrznego oraz opracowanie algorytmów sterowania, które uwzględniały niepewności modelu i zmienne warunki lotu. Cel zrealizowano przez rozwiązanie zadań:

1. Tworzenie matematycznych nieliniowych modeli dynamiki lotu dla różnych samolotów w różnych fazach lotu.
2. Weryfikacja wyliczonego matematycznego nieliniowego modelu samolotu na podstawie zarejestrowanych zmiennych stanu i sterowań z badań w locie.
3. Wyliczanie zlinearyzowanych modeli lokalnych i nielokalnych z wykorzystaniem modeli nieliniowych i zarejestrowanych zmiennych stanu i sterowań w czasie badań w locie.
4. Automatyczne sterowanie lotem samolotów załogowych i bezzałogowych



Przestrzenny wykres wyników symulacji komputerowej trajektorii ruchomych przeszkód i samolotu automatycznie omijającego te przeszkody (pkt 9)



Przykładowy przebieg wskaźnika jakości dla dwóch wybranych optymalizowanych zmiennych do wyliczania trajektorii omijania ruchomych przeszkód (pkt 10)

- cywilnych i wojskowych dla różnych faz lotu i różnych warunków zewnętrznych.
- Synteza ruchu programowego samolotu dla automatycznego lotu wzdłuż zadanej trajektorii.
 - Badanie wrażliwości automatycznego sterowania lotem na parametryczną niepewność matematycznych modeli samolotów.
 - Badanie wpływu błędów i opóźnień pomiarów oraz błędów układów wykonawczych na przebieg automatycznie sterowanego lotu.
 - Opracowanie układu wykrywania przeszkód i zagrożenia wystąpienia kolizji.
 - Automatyczne unikanie kolizji z więcej niż jedną ruchomą przeszkodą.
 - Metoda obliczania optymalnej trajektorii omijania przeszkód wykorzystująca elementy sztucznej inteligencji – procedury optymalizacji roju cząstek PSO (ang. Particle Swarm Optimization).
 - Analiza wpływu sytuacji i warunków o podwyższonym poziomie niebezpieczeństwa na wykonanie manewrów antykolizyjnych.

Jerzy Graffstein brał udział w realizacji 17 projektów badawczych krajowych i międzynarodowych. W ramach projektu europejskiego **Enhanced RPAS Automation (ERA)** finansowanego przez Europejską Agencję Obrony (EDA) oraz konsorcjum przemysłowe koordynowane przez Airbus Defence and Space. Projekt ten wspierał zdalnie sterowane systemy lotnicze RPAS (ang. Remotely Piloted Aircraft Systems) we wspólnej przestrzeni powietrznej w Europie. Konsorcjum składało się z szesnastu partnerów: Airbus Defence and Space, ESG Elektroniksystem- undLogistik-GmbH (Niemcy), SAFRAN-Sagem, Thales oraz ONERA (Francja), Saab (Szwecja), Finmeccanica (Włochy) oraz dziewięciu partnerów z Polski: Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych (lider polskiego konsorcjum), Instytut Lotnictwa, Hertz Systems Ltd., EUROTECH,

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP, Eskadra Grzegorz Trzeciak, Politechnika Rzeszowska, WB Electronics S.A. oraz Asseco Poland S.A.



Jerzy Graffstein, **Automatycznie sterowane manewry statku powietrznego celem unikania kolizji z ruchomymi przeszkodami**. Seria Naukowa Instytutu Lotnictwa, Nr 62, Warszawa, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa, 2023, ISBN 978-8-363-53991-7, str. 128.

- Zespół z Instytutu Lotnictwa pod kierownictwem Jerzego Graffsteina (2015–2019), wykonał następujące prace:
- Realizacja Automatycznego systemu podstawowego poziomu sterowania LLTCS (ang. Low Level Taxi Control System) kołowaniem po lotnisku.
 - Badania systemu LLTCS w czasie kołowania po lotnisku samolotu MP-02 Czajka.
 - Integracja LLTCS ze zdalnym sterowaniem i urządzeniami do autonomicznego kołowania po lotnisku i unikania kolizji – system AutoTaxi.

- Badania Systemu AutoTaxi w czasie kołowania po lotnisku dla różnych scenariuszy ruchu samolotu i różnego rozmieszczenia przeszkód.

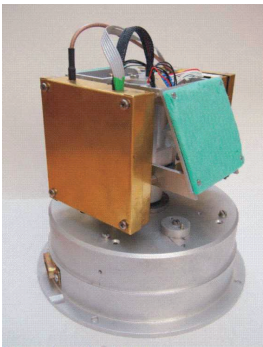
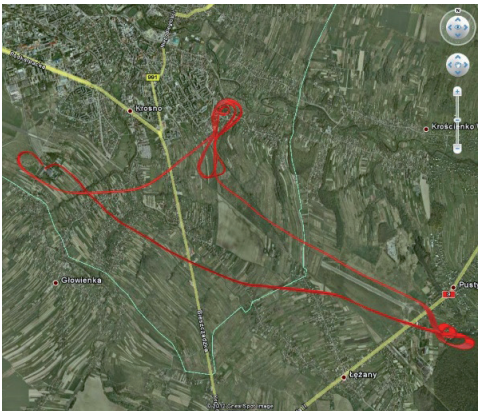
W ramach projektu **Autonomiczny układ antykolizyjny przeznaczony dla bezzałogowych środków latających wykorzystujący aktywną metodę teledetekcji obiektów AURA** (O R000117 11, 2010–2012) finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju zespół, którym kierował Jerzego Graffstein zrealizował następujące zadania:

- Opracowanie i wykonanie radarowego detektora przeszkód do wykrywania ruchomych i nieruchomych przeszkód i pomiaru prędkości ich ruchu. Przeprowadzenie badań w laboratorium i w terenie.
- Wykonanie cyfrowego radiowysokościomierza do pomiaru wysokości lotu. Przeprowadzenie badań w laboratorium i w terenie.
- Integracja układu antykolizyjnego wykrywającego przeszkody i sygnalizującego niebezpieczeństwo kolizji z przeszkodami i powierzchnią Ziemi.
- Funkcjonalne badania w locie układu antykolizyjnego.

Małgorzata Kaliczyńska
kwartalnik Pomiary Automatyka Robotyka



Widok nieruchomej przeszkody (komina) przez przednią szybę śmigłowca w trakcie prób w locie oraz przebieg trasy w czasie serii prób w locie antykolizyjnego układu AURA



Radarowy detektor przeszkód ruchomych i nieruchomych z obudową i bez obudowy