



Rodzaj pracy: inżynierska

Dyplomant: sierż. pchor. inż. Eryk CHRUŚCIEL

Promotor: dr inż. Stanisław KONATOWSKI

PROJEKT SYSTEMU NAWIGACYJNEGO BEZPILOTOWEGO STATKU POWIETRZNEGO

Wprowadzenie

Bezzałogowe statki powietrzne stają się z każdym rokiem coraz powszechniejsze w użyciu. Znaczenie ich nieustannie wzrasta już nie tylko w dziedzinach profesjonalnych jak rozpoznawanie z powietrza, akcje poszukiwawczo-ratownicze czy geodezja, lecz także w celach komercyjnych oraz hobbystycznych. Mimo różnicowania pod względem wyposażenia pokładowego, każdy statek posiada system zarządzania lotem odpowiadający za utrzymanie go w określonej, stabilnej orientacji przestrzennej lub prowadzenie go po wytyczonej trasie. Spełnienie tego zadania nie jest jednak możliwe bez precyzyjnego określenia własnej pozycji i prędkości. Odpowiedzialny za to jest system nawigacyjny, którego głównym zadaniem jest ciągłe, niezakłócone dostarczanie danych nawigacyjnych do innych systemów odpowiedzialnych za sterowanie lub do naziemnego operatora.

Do najczęściej stosowanych systemów nawigacyjnych BSP zaliczają się systemy inercyjne, systemy satelitarne oraz systemy zintegrowane łączące osobne systemy w całość wzmacniając ich zalety i eliminując wady. Każdy z tych systemów wykorzystuje zainstalowane na pokładzie, odpowiednio dobrane czujniki dokonujące pomiarów parametrów lotu. Wyniki tych pomiarów stanowią dane wejściowe dla algorytmów obliczających i przetwarzających dane nawigacyjne.

Praca charakteryzuje szczegółowo systemy nawigacyjne bezpilotowych statków powietrznych, rodzaje stosowanych w nich czujników, opisuje sposoby i zasady ich doboru oraz integracji, a także zawiera własny projekt kompletnego systemu nawigacyjnego wraz z algorytmami przetwarzania pomiarów przeznaczonego do zastosowania w miniaturowych BSP.

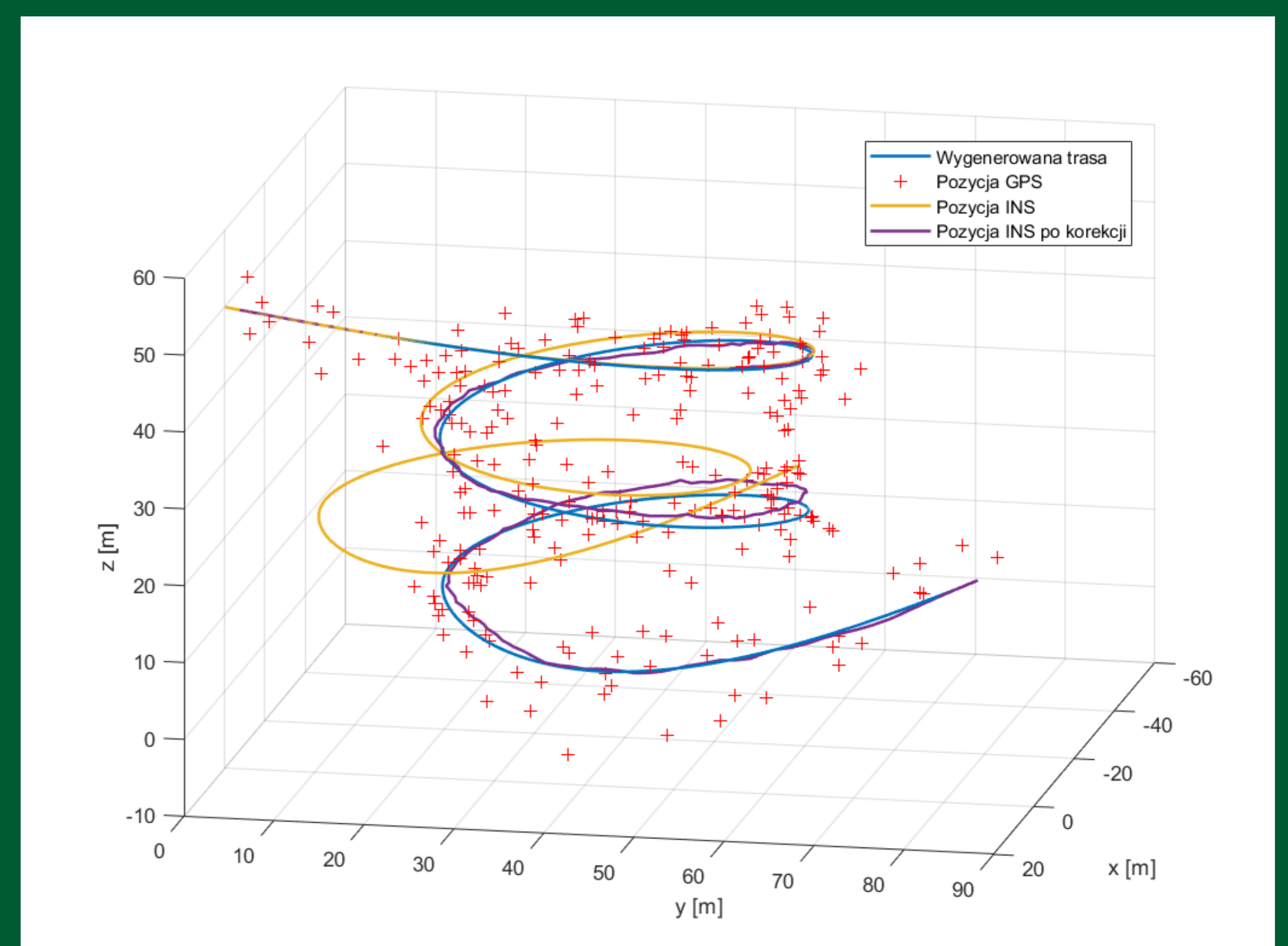
Projekt

Zaprojektowany system nawigacyjny ma za zadanie zapewniać informacje o pozycji obiektu w trzech współrzędnych oraz trzech składowych prędkości. Jest on systemem zintegrowanym łączącym nawigację inercyjną z satelitarną. Jako czujniki systemu nawigacji inercyjnej, stanowiącej przyrząd referencyjny, wybrano trzy ortogonalnie rozmieszczone akcelerometry i trzy żyroskopy wykonane w technologii MEMS. Czujniki te tworzą razem jednostkę IMU, której pomiary przyspieszeń liniowych i prędkości wykorzystane są w równaniach nawigacyjnych do wypracowania informacji o pozycji i prędkości. Dodatkowym czujnikiem jest odbiornik systemu GPS, którego zadaniem jest dostarczenie danych do korekcji narastających w czasie błędów nawigacji inercyjnej. Estymaty błędów pozycji wypracowywane są przez zewnętrzny algorytm filtracji. Wybór konkretnych rozwiązań sprzętowych czujników dla projektowanego systemu oparty został na wymaganiach stawianych docelowej platformie BSP.

Stworzony algorytm przetwarzania danych pomiarowych z czujników wykonuje operację zamiany układów odniesienia zmierzonych prędkości kątowych, przyspieszeń liniowych oraz pozycji GPS. Na podstawie przyspieszeń kątowych zliczana jest na bieżąco orientacja przestrzenna. Mając informację o orientacji przestrzennej oraz o chwilowych wartościach przyspieszeń zliczana jest prędkość, a następnie pozycja w przestrzeni. Jako zewnętrzny algorytm estymujący błędy zastosowano liniowy filtr Kalmana.

Symulacja

W celu weryfikacji poprawności funkcjonowania systemu i stworzonych dla niego algorytmów, a także dokonania oceny dokładności estymowanych danych nawigacyjnych przeprowadzone zostały symulacje w środowisku MATLAB. Pierwszym etapem było wygenerowanie testowej trasy bezzałogowego statku powietrzego. Następnie zasymulowano wyniki pomiarów jakie na trasie tej dokonałyby użyte czujniki. W tak przygotowanym środowisku zaimplementowane zostały kolejno: algorytm przetwarzania danych pomiarowych z czujników i algorytm estymujący błędy przyrządu referencyjnego służący do korygowania na bieżąco aktualnej pozycji. Zobrazowanie wyników symulacji przedstawia Rys. 1.



Rys. 1. Zobrazowanie wyników symulacji

Wnioski

W efekcie pracy opracowana została koncepcja luźno zintegrowanego systemu INS/GNSS pracującego z kompensacją wprzód dla zastosowań w miniaturowych bezpilotowych statkach powietrznych. W ramach projektu opracowano algorytm przetwarzający dane pomiarowe z czujników na pozycję i prędkość oraz algorytm filtracji estymujący błędy przyrządu referencyjnego do jego korekcji. Przeprowadzona symulacja wykazała poprawność działania algorytmów oraz dokładność pozycjonowania wystarczającą do potencjalnego zastosowania systemu w miniaturowych statkach powietrznych zarówno sterowanych przez naziemnego operatora jak i mogących wykonywać loty autonomicznie.