

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Praca doktorska pod tytułem *Analiza naprowadzania na cel naziemny obiektu latającego jako układu z nałożonymi więzami dotyczy* zagadnień systemów sterowania bomby kierowanej. Celem pracy jest opracowanie autorskiego algorytmu hybrydowego sterowania wraz z analizą kinematyki i dynamiki bomby kierowanej naprowadzanej na cel naziemny w warunkach oddziaływania zakłóceń atmosferycznych.

Przedmiotem rozważań niniejszej pracy jest analiza różnych układów sterowania bomby kierowanej (BK) samonaprowadzanej na cel naziemny (ruchomy oraz nieruchomy). W tym celu został określony model matematyczny BK, który stanowił podstawę do budowy modelu symulacyjnego. Następnie opracowano programy komputerowe, które zapisywały w postaci algorytmicznej związki matematyczne i opracowane struktury układów sterowania lotem BK, po czym wykorzystano oprogramowanie Matlab/Simulink.

W pracy analizowano układy sterowania lotem BK wykorzystujące klasyczne regulatory: P, PI, PD oraz PID, sterowanie ślizgowe, a także struktury hybrydowe powstałe w wyniku ich odpowiedniego połączenia. Każda z metod sterowania wymagała określenia różnej liczby parametrów dla projektowanego regulatora. W pracy przyjęto, że głównym kryterium doboru współczynników wzmocnień projektowanych regulatorów będzie parametr określany jako dokładność trafienia w cel. Jest to minimalna wartość odległości BK od celu naziemnego w chwili końcowej samonaprowadzania. Wstępne badania numeryczne wykazały, że układ sterowania BK, który wykorzystywał wyłącznie uchyb kątowy do wypracowania sygnałów sterujących nie pozwolił na osiągnięcie celu naziemnego z założoną dokładnością. W tym celu analizie poddano cztery postacie uchybów sterowania, które niezbędne były do wygenerowania odpowiednich sygnałów sterujących regulatora. Początkowo uchyb obliczany był jedynie dla kąta pochylenia, następnie dla kąta pochylenia i wysokości, a w dalszej kolejności dla kąta pochylenia, współrzędnych wysokości i położenia x_g BK, na koniec zaś, uchyb ten bazował wyłącznie na współrzędnych położenia BK. Takie algorytmy dla określenia uchybów sterowania zaimplementowano w regulatorze klasycznym PID oraz regulatorze ślizgowym. Po przeprowadzonych analizach stwierdzono, że wprowadzenie dodatkowych korekt zwiększyło skuteczność działania układu sterowania BK. Wiązało się to jednak ze zwiększeniem liczby współczynników regulatora jakie należało dobrać, aby dokładność trafienia BK w cel naziemny mieściła się w przyjętym zakresie. W tym celu zaproponowano wykorzystanie dwóch struktur hybrydowych, które to stanowiły połączenie regulatora klasycznego PID oraz regulatora quasi – ślizgowego w różnej konfiguracji. Badania numeryczne dla obu badanych struktur hybrydowych pozwoliły stwierdzić, że przejawiały się one dużą skutecznością działania, a parametry samonaprowadzania dla obu z nich miały podobne wartości. Zaletą opracowanych systemów hybrydowych sterowania lotem BK jest fakt, że do określenia algorytmu sterowania lotem BK wykorzystywany był jedynie uchyb kątowy.

Ostatnim etapem prac była analiza wpływu różnego rodzaju zakłóceń atmosferycznych na opracowane struktury systemów sterowania lotem BK. Konieczne było sprawdzenie ich skuteczności podczas działania tego typu zakłóceń. Ze względu na różny charakter ich zmian,

zamodelowano oraz przebadano trzy rodzaje zakłóceń atmosferycznych: uskoku wiatru, podmuchu wiatru oraz turbulencji atmosferycznej. Podczas badań dla lotu swobodnego BK wykazano, że podmuchu wiatru ma na niego największy wpływ. Następnie konieczne było zaprojektowanie systemu sterowania, który byłby odporny na zakłócenia atmosferyczne. Badania numeryczne przeprowadzono dla czterech rodzajów regulatorów, a mianowicie: PID, quasi – ślizgowego oraz dwóch struktur hybrydowych regulatora. Wyniki badań wykazały, że wszystkie zaproponowane systemy sterowania lotem BK skutecznie przeciwdziałają wpływom zakłóceń atmosferycznych, działającym podczas jej lotu.

Dodatkowo, w rozprawie opracowano model liniowy ruchu BK, który dla badanych parametrów lotu BK w znacznym stopniu odwzorowywał jego postać nieliniową. W kolejnych badaniach zakłada się wykorzystanie modelu liniowego do opracowania optymalnych systemów sterowania, dla których konieczny jest zapis ruchu BK w postaci zmiennych stanu.