

Autor: mgr inż. Katarzyna Pobikrowska

Tytuł: Optymalizacja fazy przejścia samolotu w układzie hybrydowym

Streszczenie:

Niniejsza praca doktorska poświęcona jest sterowaniu optymalnemu samolotów bezzałogowych (UAV) pionowego startu i lądowania (VTOL) o napędzie elektrycznym. Wybraną do badań konfiguracją jest quad plane - hybrydowy statek powietrzny pionowego lotu powstały z połączenia wielowirnikowca i statoplata. Praca skupia się na temacie optymalizacji fazy przejścia samolotu, aby zminimalizować zużycie energii elektrycznej. Faza przejścia polega na przyspieszeniu pojazdu z trybu zawisu do lotu postępowego.

Współczesne samoloty VTOL odnotowały w ostatnich latach wysoki wzrost popularności, zarówno w środowisku akademickim, jak i komercyjnym. Poważnym wyzwaniem jest jednak wysokie zużycie energii elektrycznej potrzebnej do pracy pionowego napędu. Ze względu na niewystarczającą pojemność dostępnych na rynku baterii, poszukuje się rozwiązań służących oszczędzaniu energii. Badania literaturowe przeprowadzone w pracy wykazały, że optymalizacja trajektorii może być użyteczną techniką do zmniejszenia kosztu energetycznego lotu zarówno dla multikopterów, jak i dla samolotów hybrydowych.

Aby osiągnąć powyższy cel, przygotowano numeryczny model ruchu samolotu w oparciu o wyniki uzyskane w tunelu aerodynamicznym i obliczenia numeryczne. Otrzymany model dynamiki obiektu oraz warunki lotu jakie występują w czasie przejścia samolotu zostały użyte w celu postawienia problemu sterowania optymalnego (OCP). Rozwiązanie problemu zostało osiągnięte poprzez transkrypcję problemu na optymalizację parametryczną i rozwiązane za pomocą solvera IPOPT, który jest odpowiedni dla tak dużych przestrzeni zmiennych optymalizacji jakie wystąpiły w badanym problemie. Optymalny scenariusz przejścia polegał na kontrolowanej zmianie pochylenia samolotu i przyspieszeniu z zawisu do lotu z wykorzystaniem zarówno napędu lotu poziomego, jak i pionowego.

Temat podjęty w niniejszej rozprawie dotyczy kwestii, która jest obecna w eVTOL od momentu ich powstania: wysokiego zużycia energii i niewystarczającej pojemności baterii. Optymalizacja profilu lotu pozwoliła zmniejszyć zużycie energii o 70% oraz skrócić czas lotu spędzony w wysokoenergetycznej fazie przejścia, co prowadzi do zwiększenia długotrwałości lotu lub zmniejszenia rozmiaru baterii przy utrzymaniu założonego zasięgu. Wyniki badań przedstawionych w niniejszej pracy pozwalają na bardziej efektywne wykorzystanie zasobów dostępnych na pokładzie. Aspekt ten ma kluczowe znaczenie dla powodzenia wykorzystania dronów eVTOL w dzisiejszym świecie i w przyszłości.

Słowa kluczowe: Samoloty bezzałogowe, samoloty pionowego startu, sterowanie optymalne, optymalizacja trajektorii