

Streszczenie:

Celem niniejszej rozprawy doktorskiej jest opracowanie i badanie działania metody usprawniającej eksploatację statku powietrznego na etapie planowania lotu. Metoda pozwala na zwiększoną automatyzację procesu planowania tras przy uwzględnieniu czynników zewnętrznych, takich jak warunki pogodowe oraz organizacyjne. Z technicznego punktu widzenia, metoda bazuje na opracowaniu na jej potrzeby modelu dyskretnym przestrzeni powietrznej i dedykowanej procedurze przetwarzania danych. Poszukiwanie drogi według ustalonego kryterium odbywa się przy zastosowaniu zmodyfikowanego algorytmu Floyda-Warshalla, a przewidywana pozycja statku powietrznego zlokalizowanego na płaszczyźnie zamodelowanej przestrzeni ustanawiana jest przy użyciu tesselacji Voronoja. Na podstawie procesu przetwarzania danych i zastosowania algorytmu poszukiwania drogi, powstaje podzbiór dobrze rokujących tras oparty o pojedyncze kryterium liczbowe. Pomimo uzyskania trajektorii o najniższym koszcie (gdzie kosztem jest np. czas przelotu, cena przelotu, trasa wolna od oddziaływania turbulencji o określonej intensywności), wybór odpowiedniej trasy spośród uzyskanego podzbioru nie jest w praktyce oczywistym zadaniem. Dlatego celem ułatwienia podjęcia decyzji, skonstruowany został wielokryterialny model decyzyjny, stanowiący kryterium liczbowe oraz kryterium lingwistyczne. Model decyzyjny został zintegrowany z precyzyjną macierzą decyzyjną, na podstawie której, przy wykorzystaniu techniki kolejności preferencji przez podobieństwo do idealnego rozwiązania (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution – TOPSIS) i zastosowaniu znormalizowanego wektora wag, określony zostaje ostateczny ranking tras.

Cały proces pozwala na interpretację rekordu danych zawartych w modelu dyskretnym o odpowiedniej dokładności, poszukiwaniu trasy i zasugerowaniu trajektorii. W ten sposób precyzując wyłącznie punkt odlotu i dolotu możliwe jest uzyskanie informacji dotyczących lokalizacji potencjalnych punktów zwrotnych. Ponadto użytkownik uzyskuje informacje odnośnie dystansu na mapie nawigacyjnej, czasu przelotu, zużycia paliwa, opłat nawigacyjnych oraz pełnego kosztu przelotu, a także intensywności i czasu oddziaływania turbulencji na zaproponowanej trasie, w zależności od danego typu statku powietrznego. W niniejszej rozprawie zostało dowiedzione, że nie tylko dla lotów międzykontynentalnych, ale także dla lotów krótkich (do 180 minut), korzystniejsze jest wyznaczenie trasy bazującej na innym kryterium niżeli wyłącznie na dystansie oraz że możliwe jest zautomatyzowane wyznaczenie tras przelotu bazujących na więcej niż jednym kryterium.

Ponieważ start, procedura odlotu oraz dolotu, a także lądowanie stanowią równie obszerną tematykę, niniejsze studium obejmuje wyłącznie fazę przelotu, bez uwzględniania zmian wysokości lotu. Aby możliwe było utworzenie rozwiązania technicznego mogącego znaleźć zastosowanie w praktyce, w opracowaniu opisane zostały warunki mające wpływ na zautomatyzowany jak i manualny wybór trasy (takie jak struktura przestrzeni powietrznej, przepisy ruchu lotniczego oraz warunki meteorologiczne).

Wybór tematu motywowany jest chęcią opracowania metody pozwalającej na usprawnienie eksploatacji statku powietrznego w procesie planowania lotu oraz na minimalizację czasu przebywania statku powietrznego w przestrzeni powietrznej. Usprawniony proces planowania lotu wspomogę pilota w procesie podjęcia decyzji. Minimalizacja czasu przelotu korzystna jest ze względów ekologicznych, a niekiedy przyczynia się do poprawy bezpieczeństwa i komfortu lotu; natomiast z punktu widzenia operatora statku powietrznego – redukcja czasu operacji lotniczej wpływa na poprawę ekonomii lotu oraz pozwala na wydajniejsze zarządzanie flotą, a uwzględnienie zasad pobierania opłat za usługi nawigacyjne stwarza możliwość używania przybliżonego kosztu całkowitego operacji lotniczej. Zautomatyzowany proces planowania lotu ułatwia ponadto wytyczyć trasę, unikając na ile to możliwe, obszarów negatywnego oddziaływania turbulencji, które jeśli są wysokiej intensywności - poza pogorszeniem komfortu podróżowania, mogą negatywnie wpływać na konstrukcję statku powietrznego. Ponadto, do korzyści wynikających z metody zalicza się perspektywę prostszego wytyczenia trajektorii wobec wprowadzenia rezerwacji określonej objętości przestrzeni powietrznej, tym samym odciążając personel sprawujący służbę kontroli ruchu lotniczego.