

Streszczenie

Zarządzanie bezpieczeństwem ruchu na płycie lotniska z wykorzystaniem algorytmu heurystycznego

Rozprawa poświęcona jest tematyce związanej z zarządzaniem bezpieczeństwem ruchu na płycie lotniska. Istotne znaczenie w zarządzaniu bezpieczeństwem ruchu na płycie lotniska ma bezkolizyjne sterowanie ruchem statków powietrznych realizujących operacje startu lub lądowania oraz bezkolizyjne sterowanie ruchem pojazdów obsługi naziemnej.

Zarządzanie bezpieczeństwem ruchu na płycie lotniska zostało ukazane w pracy od strony planowania i organizacji ruchu pojazdów obsługi naziemnej realizujących określone zadania transportowe, przeładunkowe czy serwisowe. W tym celu opracowano autorską metodę wyznaczającą bezkolizyjne trasy jazdy pojazdów obsługi naziemnej z innymi uczestnikami ruchu na płycie lotniska oraz generującą harmonogramy pracy pojazdów obsługi naziemnej tj. godziny wyjazdów pojazdów z baz transportowych w celu obsługi poszczególnych statków powietrznych realizujących operacje startu lub lądowania. Organizacja ruchu pojazdów obsługi naziemnej została wyznaczona przez algorytm mrówkowy należącym do grupy algorytmów heurystycznych. Algorytmy tego typu stosowane są w wielu złożonych problemach decyzyjnych, w których istotne znaczenie ma nie tylko znalezienie rozwiązania optymalnego, ale przede wszystkim wygenerowanie wyniku w jak najkrótszym czasie.

Z kolei modelowanie ruchu statków powietrznych na płycie lotniska w momencie startu czy lądowania zostało przeprowadzone z wykorzystaniem symulatora GlobSIM, który jest narzędziem przeznaczonym do badania i analizy procesów zarządzania ruchem statków powietrznych na płycie lotniska. Danymi wyjściowymi przeprowadzonych symulacji ruchu statków powietrznych po płycie lotniska były godziny zajętości danych odcinków i węzłów. Na podstawie godzin zajętości odpowiednich odcinków i węzłów płyty lotniska wyznaczono teoretyczne rozkłady prawdopodobieństwa zajętości tych elementów. Rozkłady te zostały wygenerowane w oprogramowaniu Statistica 13.

Opracowany w rozprawie model decyzyjny zarządzania bezpieczeństwem ruchu na płycie jest klasycznym modelem optymalizacyjnym składającym się z następujących etapów projektowych tj. opracowanie danych wejściowych, zmiennych decyzyjnych, ograniczeń oraz funkcji kryterium. Bezkolizyjne trasy jazdy pojazdów obsługi naziemnej z innymi uczestnikami ruchu na płycie lotniska zostały w modelu wyznaczone na podstawie prawdopodobieństw zajętości danego odcinka lub węzła zlokalizowanego na płycie lotniska.

Opracowana metoda wyznaczająca organizację ruchu pojazdów obsługi naziemnej na płycie lotniska została zweryfikowana na podstawie danych rzeczywistych panujących na lotnisku Warszawa Okęcie.

Przedstawione w rozprawie nowe podejście do zarządzania bezpieczeństwem ruchu na płycie lotniska uwzględniające zarówno sytuację ruchową statków powietrznych wyznaczoną symulatorem GlobSIM jak i pojazdów obsługi naziemnej wyznaczoną algorytmem mrówkowym jest kompleksowym podejściem dla badanego problemu. Bezpieczeństwo na płycie lotniska nie tylko uzależnione jest od zarządzania ruchem samych statków powietrznych ale również od innych uczestników ruchu tj. pojazdów obsługi naziemnej. Analiza problemu od strony organizacji ruchu pojazdów obsługi naziemnej i jej wpływu na bezpieczeństwo na płycie lotniska poszerza istniejącą wiedzę na temat zarządzania bezpieczeństwem na płycie lotniska i tym samym minimalizuje ryzyko sytuacji kolizyjnych zachodzących między statkami powietrznymi a pojazdami obsługi naziemnej.

Słowa kluczowe: zarządzanie bezpieczeństwem ruchu, optymalizacja, algorytm mrówkowy

Abstract

Traffic safety management on the apron using a heuristic algorithm

The dissertation is devoted to issues related to traffic safety management on the airport apron. Collision-free control of the movement of aircraft performing take-off or landing operations and collision-free control of the movement of ground service vehicles are of significant importance in the management of traffic safety on the apron.

Traffic safety management on the airport apron has been shown in the work from the perspective of planning and organizing the movement of ground service vehicles performing specific transport, reloading or service tasks. For this purpose, an original method was developed to determine collision-free routes for ground service vehicles with other traffic participants on the apron and to generate work schedules for ground service vehicles, i.e. the hours of departure of vehicles from transport bases to service individual aircraft performing take-off or landing operations. The organization of the movement of ground service vehicles was determined by an ant algorithm belonging to the group of heuristic algorithms. Algorithms of this type are used in many complex decision-making problems, in which it is important not only to find the optimal solution, but above all to generate the result in the shortest possible time.

In turn, the modeling of aircraft traffic on the apron at the time of take-off or landing was carried out using the GlobSIM simulator, which is a tool designed to study and analyze the processes of managing aircraft traffic on the apron. The output data of the simulations of aircraft movement on the apron were the hours of occupancy of given sections and nodes. On the basis of the hours of occupancy of the relevant sections and nodes of the apron, theoretical distributions of the probability of occupancy of these elements were determined. These distributions were generated in the Statistica 13 software.

The decision model for traffic safety management on the apron developed in the dissertation is a classic optimization model consisting of the following design stages, i.e. the development of input data, decision variables, constraints and the criterion function. Collision-free routes for ground service vehicles with other traffic participants on the apron were determined in the model on the basis of the occupancy probabilities of a given section or node located on the apron.

The developed method determining the organization of the movement of ground service vehicles on the apron was verified on the basis of real data at the Warsaw Okęcie airport.

The new approach to traffic safety management on the apron presented in the dissertation, taking into account both the traffic situation of aircraft determined with the GlobSIM simulator and ground service vehicles determined with the ant algorithm, is a comprehensive approach to the problem under study. Safety on the apron depends not only on the traffic management of the aircraft themselves, but also on other traffic participants, i.e. ground service vehicles. The analysis of the problem from the point of view of the organization of the movement of ground service vehicles and its impact on safety on the apron extends the existing knowledge about safety management on the apron and thus minimizes the risk of collision situations between aircraft and ground service vehicles.

Keywords: traffic safety management, optimization, ant algorithm