

Список використаних джерел:

1. Владимирова Л.П. Прогнозирование и планирование в условиях рынка : Учеб. методичка. Москва : Издательский Дом «Дашков и Ко», 2001. 151 с.
2. Козловский П. Разработка веб-приложений с использованием AngularJS // Козловский П., Дарвин П. – ДМК Пресс, 2014. – 394 с.
3. Миковски М., Разработка одностраничных веб-приложений // Миковски М. – ДМК Пресс, 2014. – 512 с.

Миклуха В.А.

*ад'юнкт науково-організаційного відділення,
Житомирський військовий інститут імені С.П. Корольова*

МЕТОД ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТУ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА

В даний час у світовій практиці склалася тенденція до широкого використання безпілотних літальних апаратів (БпЛА) у цивільних областях, наприклад, для вирішення завдань екологічного моніторингу, дистанційного зондування поверхні Землі, спостереження за об'єктами транспортної інфраструктури і т. п. При цьому рух БпЛА може відбуватися в різноманітних складних умовах рельєфу місцевості: в міському середовищі (серед будівель), в умовах гірського рельєфу, над пустельним, лісопарковим, водним середовищем і т. д. [1]. Але стрімкий розвиток БпЛА, їх технічних та експлуатаційних характеристик, здатність рухатися в умовах складного рельєфу, обумовлює низку задач, щодо способів та методів застосування БпЛА в тих чи інших умовах.

Найпоширеніша з зазначених задач – це задача прокладання маршрутів та визначення почерговості проходження точок маршруту в залежності від специфіки поставлених завдань та умов застосування БпЛА [2]. Задачам планування траєкторій руху в останні десятиліття приділяється велика увага. Вона формулюється як задача пошуку траєкторії динамічної системи, що задовольняє заданим граничним умовам, рух по якій мінімізується деяким функціоналом якості. Щодо задачі побудови маршруту, то можна зазначити, що на сьогодні відсутні чіткі алгоритми та способи побудови маршрутів руху БпЛА для тих чи

інших завдань. При побудові маршрутів не враховується специфіка поставленого завдання: необхідна висота польоту, наявне цільове навантаження та його характеристики, можливе зменшення протяжності маршруту, почерговість проходження точок маршруту і т.д. Програмне забезпечення (Mission Planner, Intel Mission Control, Pix4D capture, UgCS і інші), яке використовується для побудови маршрутів БПЛА та управління ними в польоті, не вирішують зазначених задач. Тому питання, щодо оптимізації маршруту БПЛА за рахунок зменшення його протяжності для тих чи інших задач є актуальним.

В загальному випадку знімання з використанням БПЛА можна зобразити наступним чином:

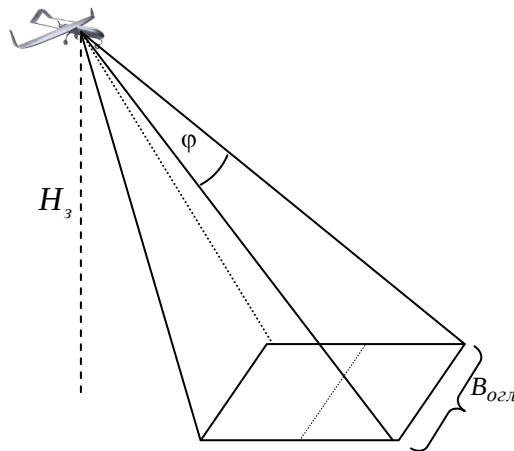


Рис. 1. Знімання з використанням БПЛА

Як видно з рисунку кожен БПЛА має свій кут огляду цільового навантаження φ та ширину зони огляду B_{ogl} . При проведенні знімання одночасно в кадр може попадати декілька об'єктів знімання.

Таким чином в статті пропонується оптимізацію довжини загального маршруту БПЛА L (вираз 1) провести з використанням методів кластерного аналізу та оптимізації на графовій моделі:

$$L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n s_{ij} \rightarrow \min. \quad (1)$$

де s_{ij} – матриця відстаней між об'єктами (точками маршруту),

n – загальна кількість об'єктів дослідження.

Після аналізу відомих підходів до кластеризації об'єктів за подібними ознаками, а саме алгоритмів STOLP, Fris-STOLP, NNDE, LVQ, FOREL, FOREL-2, K-MEANS зроблено висновок, що для вирішення поставленого завдання доцільно використати алгоритми FOREL-2 та K-MEANS. Дані алгоритми кластеризації мають свої певні недоліки, а саме: алгоритм FOREL-2 має високу залежність від обрання першого об'єкту дослідження (початкової точки) та може мати декілька рішень [5]; алгоритм K-MEANS надає кращий результат за відомої кількості необхідних кластерів. Та дослідження [5] та проведені розрахунки показали, що при поєднання даних алгоритмів вищезазначені недоліки зникають.

Оптимізації на графі зводиться до вирішення задачі комівояжера. На сьогодні існує багато підходів до вирішення задач даного типу: метод найближнього сусіда, метод меж і гілок, алгоритм мурашиних колоній, метод поступок, алгоритм Літтла та інші [3; 4]. Дослідження основних підходів та інтерпретація їх під умови поставленої задачі показали, що доцільно застосувати модифікований алгоритм Літтла [6]. Як показали проведені розрахунки саме модифікований алгоритм Літтла при значному збільшенні точок маршруту (більше 50) надає найкраще наближене рішення задачі комівояжера. Ще однією перевагою даного алгоритму є швидкість його обчислення. Таким чином для проведення подальшої оптимізації маршруту БпЛА було обрано саме модифікований алгоритм Літтла.

Таким чином після результатом роботи є зменшення опорних точок маршруту на 17-56% (в залежності від їх загальної кількості та розміщенні на місцевості). Також маємо зменшення загальної протяжності початкового маршруту на 22-43%, що призводить до зменшення затрат ресурсів на політ (економічність польоту) та зменшує час перебування у польоті (збільшення ймовірності успішного виконання поставлених завдань та зменшення ймовірності поломки БпЛА у польоті). Також головним досягнутим результатом є зменшення часу отримання необхідної інформації про стан досліджуємих об'єктів, що значно підвищить оперативність та точність виконання поставлених завдань.

Список використаних джерел:

1. Харченко О.В. Класифікація та тенденції створення безпілотних літальних апаратів військового призначення [Текст] / О.В. Харченко, В.В. Кулешин, Ю.В. Коцуренко // Наука і оборона. – 2005. – № 1. – С. 47-54.
2. Isaacs J.T., Hespanha J.P. Dubins Traveling Salesman Problem with Neighborhoods: A Graph-Based Approach // Algorithms. 2013. Vol. 6. P. 84–99.
3. Миклуха В.А., Хімчик Н.О. Оптимізація траєкторії польоту безпілотного літального апарату. Traectoria Nauki, Vol. 3, No. 9, pp. 1009-1015, 2017, DOI: 10.22178/pos.26-5
4. Puleko I., Myklukha V., Khimchyk N. Optimization trajectory of flight pilotless unmanned aerial vehicle is with the use theory of the graphs. Innovative solutions in modern science, № 10(19), 2017.
5. Гуляницький Л.Ф., Мулеса О.Ю. Прикладні методи комбінаторної оптимізації. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2016. – 142 с.
6. Механизм ускорения вычислений в методе Литтла для решения задач класса коммивояжера / А.Ю. Левченко, А.В. Морозов, А.В. Панишев // Штучний інтелект. – 2012. – № 2. – С. 95-110.

Сидор Н.І.

аспірант;

Проць Є.О.

студент;

Марущак У.Д.

доктор технічних наук, доцент,

Національний університет «Львівська політехніка»

МОДИФІКОВАНІ ІНЖЕНЕРНІ ЦЕМЕНТУЮЧІ КОМПОЗИТИ

Впровадження інноваційних технологій у будівництві висувають підвищені вимоги до властивостей бетону, зокрема легковкладальності, міцності, стійкості до різних зовнішніх впливів, довговічності. Разом з тим, зі збільшенням міцності бетону зростає його крихкість та знижується в'язкість руйнування, що зумовлює потенційну небезпеку і