

ПЛАНУВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ ПОЛЬОТУ БЕЗПІЛОТНОГО ПОВІТРЯНОГО СУДНА В НЕСПРИЯТЛИВИХ УМОВАХ

Застосування автономних безпілотних систем є однією з основних тенденцій оптимізації процесів в сферах життєдіяльності людства. Для підвищення якості виконання завдань моніторингу, збору даних, транспортування вантажів використовують автономні безпілотні повітряні судна (БПС).

Важливим завданням в контексті підвищення оперативності виконання завдань БПС є визначення маршруту руху БПС, який мінімізує ряд критеріїв, таких як час та відстань польоту, ймовірність пошкодження тощо з урахуванням умов середовища та характеристик БПС. Для підвищення ефективності та оперативності виконання завдань БПС в несприятливих умовах потребує рішення завдання планування траєкторії польоту БПС. Під несприятливими умовами маються на увазі такі умови польоту, в яких виконання завдань покладених на БПС ускладнене природними, техногенними чи інформаційними чинниками.

Актуальним питанням є визначення вимог до алгоритму планування траєкторії автономного БПС в несприятливих умовах.

Недостатня увага та відсутність алгоритмічного забезпечення для планування траєкторії БПС у несприятливих умовах призводить до протиріччя між вимогами до ефективності виконання завдань в несприятливих умовах і наявними алгоритмами планування траєкторії.

Метою дослідження є визначення вимог до алгоритму планування траєкторії автономного БПС в несприятливих умовах, проведення аналізу існуючих алгоритмів планування траєкторії та вироблення напрямків вирішення задачі планування траєкторії БПС в несприятливих умовах.

Для вироблення напрямків вирішення планування траєкторії польоту БПС в несприятливих умовах слід розглянути існуючі алгоритми планування траєкторії руху. Запропонована у [1] класифікація алгоритмів планування траєкторії виділяє дві основних категорії методів планування: методи глобального та локального планування траєкторії. Вирішення завдання планування траєкторії БПС в несприятливих умовах має включати в себе пошук оптимального глобального маршруту та коригування маршруту відповідно до виникнення динамічних перешкод в процесі польоту.

Планування глобального маршруту руху повинно забезпечувати пошук оптимального маршруту руху в умовах недостатності або відсутності інформаційного забезпечення про місцевість та перераховувати оптимальний маршрут після отримання нової інформації про місцевість. Для вирішення цього завдання доцільно використовувати алгоритм Rapidly exploring Random Tree Star (RRT*) та його модифікації. Перевагами цього алгоритму є те, що він працює в багатовимірних середовищах та дозволяє ефективно перераховувати оптимальний шлях з отриманням нової інформації. Недоліком даного алгоритму є те, що через випадкову природу, шлях отриманий з його допомогою має зигзагоподібний вигляд і потребує пост-обробки для його згладжування.

Для реагування на динамічні перешкоди слід застосувати алгоритми локального планування траєкторії. В контексті планування траєкторії БПС доцільно використати підхід Model Predictive Control (MPC) Він дозволяє оптимізувати траєкторію польоту БПС на основі його моделі руху в режимі реального часу з урахуванням динамічних перешкод. Перевагою використання цього підходу в поєднанні з RRT* є те, що він дозволяє зробити траєкторію гладкою. Недоліками MPC є повільний час реагування на швидкі перешкоди та потреба великої обчислювальної потужності.

В результаті аналізу алгоритмів планування траєкторії руху було визначено вимоги до алгоритму планування траєкторії польоту БПС в несприятливих умовах. Для вирішення цього завдання алгоритм повинен відповідати наступним вимогам:

- Забезпечувати планування траєкторії польоту в умовах недостатнього або відсутнього інформаційного забезпечення;
- Виконувати перерахунок глобальної траєкторії при отриманні нової інформації про середовище;
- Коригувати траєкторію відповідно до появи динамічних перешкод в середовищі;

Перспективним напрямком вирішення є розробка гібридного алгоритму планування траєкторії БПС в несприятливих умовах на основі RRT* алгоритму та MPC підходу. Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку механізму формування оптимальної траєкторії на основі поєднання їхніх результатів.

Список використаних джерел:

1. Yang Y., Xiong X., Yan Y. UAV formation trajectory planning algorithms: a review. Drones. 2023. Vol. 7, no. 1. P. 62. URL: <https://doi.org/10.3390/drones7010062> (date of access: 12.03.2025).