

UDC 629.7.615.3

**ADJUSTMENT OF THE TRAJECTORY OF THE UNMANNED OBJECT  
КОРЕГУВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ БЕЗПЛОТНОГО ОБ'ЄКТУ****Ashhepkova N.S. /Ащепкова Н.С.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-1870-1062

**Bondar A.S. /Бондар А.С.***student/ студент**Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Gagarin Ave. 72, 49010**Дніпровський національний університет ім. О. Гончара, Дніпро, пр. Гагаріна 72, 49010*

**Анотація.** Розглянуто два режими керування безпілотним об'єктом. При появі в робочій зоні перешкод або при здійсненні маневрів об'єкт потребує корегування напрямку та величини швидкостей та прискорень. Запропоновано корегування проводити не лише у визначені моменти часу, але й у контрольних точках робочої зони. Координати контрольних точок можна обчислити за інтерполяційними формулами Лагранжа, Ейткена, Ньютона, Стерлінга.

**Ключові слова:** корегування, керування, безпілотний об'єкт.

**Abstract.** Two modes of control of an unmanned object are considered. When obstacles appear in the working area or during maneuvers, the object needs to adjust the direction and magnitude of speeds and accelerations. It is proposed to carry out corrections not only at certain moments of time, but also at control points of the working area. The coordinates of control points can be calculated using the interpolation formulas of Lagrange, Aitken, Newton, Stirling.

**Key words:** correction, control, unmanned object.

**Вступ.** Останнім часом стрімко збільшується кількість конструкцій безпілотних об'єктів (мобільні роботи, дрони, БПЛА). Не зважаючи на різні середовища застосування (суходіл, вода або повітря) принципи синтезу траєкторій дуже схожі.

**Об'єкт дослідження** – автономний мобільний робот з повнопривідним чотирьохколісним шасі [1].

**Мета дослідження** – визначити метод синтезу траєкторії автономного мобільного робота.

**Основний текст.**

Для безпілотних об'єктів найчастіше застосовуються два способи управління:

- оператор керує механізмом у режимі реального часу механізм,
- об'єкт рухається автономно вздовж заданої траєкторії;

При реалізації першого способу за керуючим впливом буде змінюватися прискорення на валу виконавчих пристроїв. Крім того система керування має

формувати запити на інформаційні пристрої, отримувати зворотний зв'язок, опрацьовувати дані, синтезувати траєкторію і контролювати відхилення об'єкта від заданої траєкторії. При цьому оператор потрібен для забезпечення візуального контролю наявності мобільного робота у робочій зоні [1].

При реалізації другого способу більшість функцій керування виконує оператор. При цьому технічна складова системи керування транслює вхідні команди від оператора та опрацьовує дані, отримані під час руху вздовж траєкторії [2].

Не зважаючи на спосіб керування поява статичних (або динамічних) перешкод у робочій зоні безпілотного об'єкта може унеможливити рух або обумовити втрату його працездатності. Тому датчики виявлення перешкод є обов'язковим елементом систем керування і навігації. Наприклад у квадрокоптера DJI Mavic 2 PRO використовується комбінація з камер, інфрачервоних датчиків і допоміжного нижнього підсвічування.

Якщо рух безпілотного об'єкта забезпечується керуванням у реальному часі за допомогою команд оператора, то між моментом подачі команди і моментом реакції об'єкта існує певна затримка. Якщо безпілотний об'єкт діє автономно, то за результатами обробки інформації з вхідного та зворотного каналів виконується корегування руху вздовж траєкторії. Корегування дозволяє змінити напрямок та величину швидкості або прискорення.

Для орієнтації об'єкта у задалегідь невідомій місцевості існують різні методи та алгоритми: методу потенційних функцій, метода Вороного і т.п., але найбільш поширеним є SLAM [3].

Для забезпечення маневрів безпілотного об'єкту корегування мають здійснюватись не лише в визначені моменти часу, а й в заданих точках робочої зони. Для обчислення координат проміжних точок можна застосувати інтерполяційні формули Лагранжа, Ейткена, Ньютона, Стерлінга ті ін.

Якщо корегування здійснюються вчасно у точках із заданими координатами то можна контролювати не лише темп та напрямок руху вздовж траєкторії, а ще й витрати енергії.

**Висновки.** Розглянуто керований рух безпілотного об'єкту в межах робочої зони. При появі в робочій зоні перешкод або при здійсненні маневрів об'єкт потребує корегування напрямку та величини швидкостей та прискорень. Запропоновано корегування проводити не лише у визначені моменти часу, але й у контрольних точках робочої зони. Для обчислення координат проміжних точок можна застосувати інтерполяційні формули Лагранжа, Ейткена, Ньютона, Стерлінга ті ін.

**Література:**

1. Kümmerle R., Ruhnke M., Steder B., Stachniss C., Burgard W. Autonomous Robot Navigation in Highly Populated Pedestrian Zones. *Special Issue: Ground Robots Operating in Dynamic, Unstructured and Large-Scale Outdoor Environments*, Volume 32, Issue 4, June 2015, P. 565-589, <https://doi.org/10.1002/rob.21534>
2. Morales Y., Carballo A., Takeuchi E., Aburadani A., Tsubouchi T. Autonomous robot navigation in outdoor cluttered pedestrian walkways. *Journal of Field Robotics*, Volume 26, Issue 8, August 2009, P. 609-635, <https://doi.org/10.1002/rob.20301>
3. Trejos K, Rincón L, Bolaños M, Fallas J, Marín L. 2D SLAM Algorithms Characterization, Calibration, and Comparison Considering Pose Error, Map Accuracy as Well as CPU and Memory Usage. *Sensors*. 2022; 22(18):6903. <https://doi.org/10.3390/s22186903>

Доповідь підготовлена в рамках роботи за д/б темою  
№ 0122 U 001326 «Науково-методичне забезпечення прикладних  
досліджень в механіці механотронних систем», 2022-2024 р.р.

Доповідь відправлена: 17.12.2023 г.

© Ащепкова Н.С., Бондар А.С.