

УДК 004

**РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СХЕМИ
ПЕРЕСУВАННЯ ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ З ОМИНАННЯМ
ПЕРЕШКОД**

Бойко Д.І.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

В наш час існує багато алгоритмів знаходження найкоротшого шляху між об'єктами, однак на практиці виникають випадки, коли потрібно не тільки обійти всі перешкоди на шляху і потрапити з початкової точки в кінцеву. Може скластися ситуація, коли на цій траєкторії потрібно, так само, відвідати безліч інших точок в певному порядку. В цьому випадку потрібно розбити траєкторію об'єкта, від початкової до кінцевої точки, на ряд ділянок, визначивши їх у вигляді проміжних пунктів планованого маршруту і визначити тим самим логіку побудови траєкторії при відсутності перешкод. У разі наявних перешкод визначити додаткові пункти планованого маршруту для їх обходу.

Такі задачі дуже актуальні для побудови траєкторії БПЛА, які широко використовуються в цивільних областях, наприклад, для вирішення завдань моніторингу поверхні Землі, спостереження за об'єктами транспортної інфраструктури. З бурхливим розвитком БПЛА, здатним рухатися в умовах складного рельєфу, завдання планування маршруту, що дозволяє уникнути зіткнень з перешкодами, актуальна для різних областей застосувань [1].

Дивлячись на успіх ДП у розробці системи керування дронами з мобільних гаджетів, ведучі компанії по розробці сучасних літальних апаратів намагаються придбати готові рішення або почали власну розробку таких систем. Таким чином, на ринку склалися об'єктивні передумови для успішного впровадження нових підходів в області управління літальними апаратами.

В даній роботі об'єктом дослідження є процес побудови траєкторії руху для літального апарату між заданими точками з урахуванням перешкод, а

предметом дослідження - створення алгоритму для побудови траєкторії руху об'єкта, що враховує перешкоди на шляху.

Математична постановка задачі

Нехай в деякій площині D існують точки t_i , $i = 1..n$, кожна з яких має свій пріоритет відвідування та координати $t_i\{x_i; y_i\}$; на цій площині є множини точок P_j , $j = 1..m$, які описують периметри певних m геометричних фігур. Також є точка L , що пересувається та має окіл з радіусом r .

Необхідно побудувати траєкторію руху точки L від точки t_1 до t_2 , від точки t_2 до t_3 , ..., від точки t_{n-1} до t_n , не чіпляючи множин P_j з урахуванням окілу r .

Математичний метод побудови додаткової точки

На площині D розташовуються множини точок P_j , $j = 1..m$, які описують периметри m геометричних фігур у формі прямокутника, трикутника і кола.

Так само, на площині розташовуються точки t_i , $i = 1..n$, які є обов'язковими для відвідування точкою L . Траєкторія руху точки L , з'єднує точки t_i , $i = 1..n$ в порядку пріоритету i . Існують випадки, в яких траєкторія руху точки L на площині D може перетинати периметри деяких геометричних фігур, що є неприпустимим (рис.1.). На цих відрізках траєкторію точки L , треба змінити, шляхом додавання додаткових точок, таким чином, щоб оновлена траєкторія точки L оминала периметри перешкод (рис.2).

Для того щоб визначити чи потрібно будувати додаткові точки, потрібно перевірити факт перетину траєкторії руху і периметрів перешкод [2].

Побудова додаткової точки у випадку перешкоди прямокутної форми

Побудова додаткової точки B в разі перешкоди прямокутної форми зображена на рис. 3.

У разі, коли на шляху траєкторії виникла перешкода прямокутної форми необхідно визначити у якій грані прямокутника сталося зіткнення (гр.Т₃Т₄ на рис.3). Це визначається шляхом порівняння розташування точок відрізка

траєкторії, який перетнув фігуру. Коли грань прямокутника виявлена, необхідно визначити з якої сторони від середини грані сталося зіткнення. І до кута найближчого до місця зіткнення (к. T_4 на рис.3). додати необхідну відстань по x і по y , це значення є зоною безпеки і вибирається відповідно до завдання. На цій відстані будується додаткова точка (т. В на рис.3).

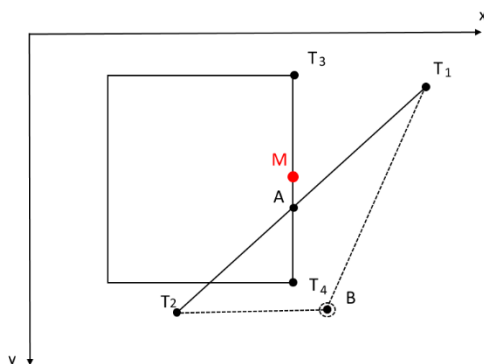


Рисунок 3 – Побудова додаткової точки В в разі перешкоди прямокутної форми

Побудова додаткової точки у випадку перешкоди трикутної форми

Побудова додаткової точки В в разі перешкоди трикутної форми показано на рис. 4.

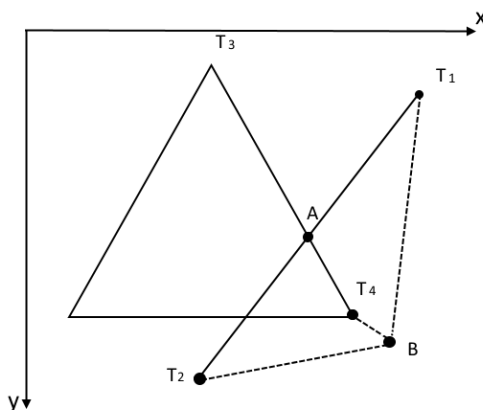


Рисунок 4 – Побудова додаткової точки В в разі перешкоди трикутної форми

У разі, коли на шляху траєкторії виникла перешкода трикутної форми необхідно визначити у якій грані трикутника сталося зіткнення. Це

визначається шляхом порівняння розташування точок відрізка траєкторії, який перетнув фігуру. Коли грань трикутника виявлена, визначаємо, де розташована кінцева точка відрізка траєкторії (т. T_2 на рис.4) відносно до основи трикутника. На рис. 4 кінцева точка відрізка траєкторії знаходиться нижче основи трикутника, тому додаткова точка (т.В на рис.4). будується від правого кута трикутника (к. T_4 на рис.4) на необхідній відстані по x і по y , це значення є зоною безпеки і вибирається відповідно до завдання.

Побудова додаткової точки у випадку перешкоди у формі кола

Побудова додаткової точки В в разі перешкоди круглої форми показано на рис. 5.

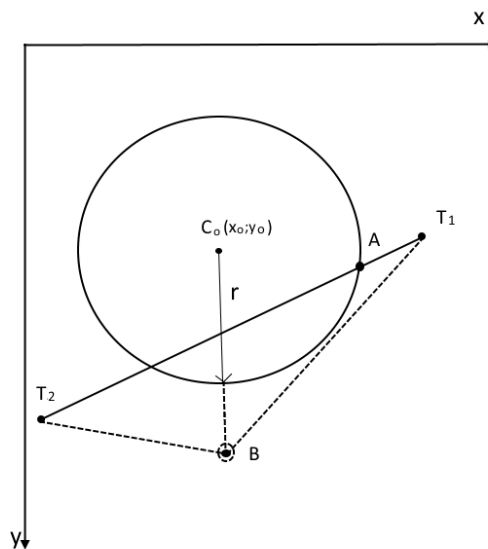


Рисунок 5 – Побудова додаткової точки В в разі перешкоди круглої форми

У разі, коли на шляху траєкторії виникла перешкода у формі кола необхідно визначити як траєкторія перетинає коло по відношенню до центру: зверху, знизу, праворуч, ліворуч. На рис. 5 траєкторія руху об'єкта перетинає коло знизу, щодо центру. Тому додаткова точка (т. В на рис.5) будується від контуру кола на необхідній відстані по y , це значення є зоною безпеки і вибирається відповідно до завдання.

Умови закінчення роботи алгоритму

Алгоритм діє поки все обов'язкові точки маршруту не будуть пройдени.

Після їх проходу буде отримано оновлений план побудови траєкторії з обходом перешкод.

Для наглядного прикладу роботи алгоритму був розроблений додаток.

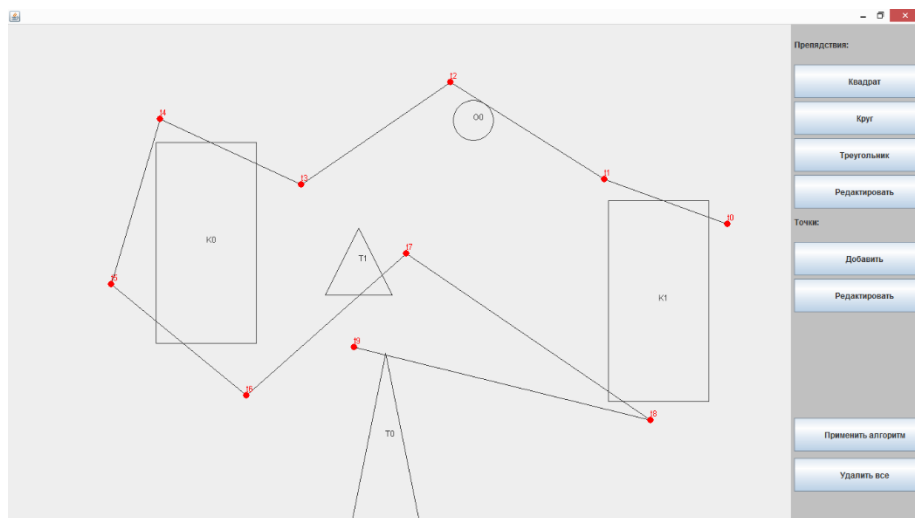


Рисунок 1 – Приклад задання карти точок та перешкод на шляху рухомого об'єкта.

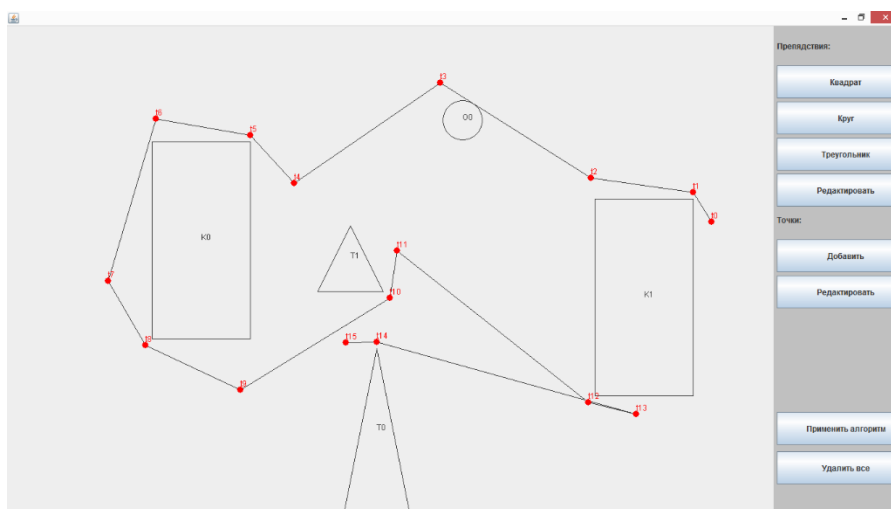


Рисунок 2 – Застосування алгоритму до заданої карти перешкод для рухомого об'єкта

Висновки. У вже існуючих алгоритмів пошуку шляху розглядається задача знаходження найкоротшого шляху від однієї вершини графа до іншої не зважаючи на черговість відвідування вершин графа. У розробленому

алгоритмі черговість відвідування точок враховується шляхом присвоєння кожній точці пріоритету. Чим вище пріоритет точки, тим раніше об'єкт повинен її відвідати. Цей алгоритм зручно застосовувати у випадках, коли на траєкторії руху об'єкта від стартової точки до кінцевої знаходяться інші точки, які є обов'язковими для відвідування на даній ділянці, і відвідати точки потрібно в порядку їх пріоритету.

Список використаних джерел

- [1] Алгоритмы предполетного квазиоптимального определения маршрутов группы беспилотных летательных аппаратов. / С. А. Норсеев. – 2017. – 20с. – (Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук).
- [2] Методика расчета траекторий полета беспилотных летательных аппаратов для наблюдения за / А.В. Марков, В.И.Симаньков.// ДОКЛАДЫ БГУИР – 2019. – № 4 (122) – С. 57-63.

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧ КІНЕМАТИКИ ТА ДИНАМІКИ ГОМІЛКОВОСТОПНОГО МЕХАНІЗМУ РОБОТА

Середа Ю.О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Розглядається комплексна задача розрахунку сил, прикладених до валиків стоп і хрестовин гомілковостопного механізму.

Мета роботи: реалізувати програмне забезпечення для вирішення зазначеного завдання. На підставі розроблених програм провести розрахунки ходьби робота. В результаті отримати розрахунок сил, прикладених до валиків стоп і хрестовин гомілковостопного механізму. За цим силам визначити сили, що діють на деталі гомілковостопного механізму - валики хрестовини і стопи.

Основний матеріал. Дослідження ДКР в даний час є однією з найбільш цікавих тем в області робототехніки. З точки зору управління і ходьби проекти можна поділити на дві категорії. Перша група вимагає точного знання