

ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВИХ ПОЛОЖЕНЬ РОБОТА НА СКЛАДСЬКІЙ ПЛОЩАДЦІ ЗА ІНФОРМАЦІЄЮ ІЗ СИСТЕМИ ДАТЧИКІВ

Назарюк В.М., курсант

Комяк В.М., д.т.н., професор,

*Національний університет цивільного захисту України
(м. Харків, Україна)*

Анотація – у статті запропоновано спосіб визначення положення певного контейнера на складській площадці за інформацією зі спеціальних датчиків, який базується на методі найменших квадратів. Проаналізовано деякі алгоритми розрахунку шляху робота серед перешкод. Недоліком перелічених алгоритмів є те, що у якості робота розглядається, як правило коло. В роботі пропонується алгоритм, основою якого є апарат Ф-функцій. Умови неперетину робота і перешкод реалізуються в статті за допомогою апарата годографа вектор функції щільного розміщення двох геометричних об'єктів, що є r -рівнем їх Ф-функції. Цей апарат дозволяє у якості геометричних об'єктів розглядати об'єкти будь якої просторової форми і володіє більшою точністю представлення робота.

Ключові слова – метод найменших квадратів, Ф-функція, годограф вектор функції щільного розміщення, точність представлення робота

Постановка проблеми. Автоматизовані транспортно-складські системи (АТСС) містять у собі транспорт, що забезпечує переміщення вантажів в автоматичному або автоматизованому режимах. У світовій практиці при організації АТСС найбільш широко застосовують напольні безрейкові автоматичні візки (електроробокари) завдяки простоті спорудження транспортних шляхів, оснащенню візків пристроями автоматизації вантажно-розвантажувальних операцій. Транспортні роботи, наприклад, на автоскладальному заводі фірми VOLVO (Швеція), обладнані піднімальними й підйимально-поворотними столами, висувними штангами для підйому й фіксації на потрібній висоті піддонів із вантажами. Виникає проблема визначення положення певного контейнера на складській площадці за інформацією зі спеціальних датчиків та отримання області можливих переміщень робота серед множини контейнерів.

Проблеми сучасної прикладної геометрії пов'язані з дослідженнями широкого класу кривих ліній і поверхонь, що зводяться до необхідності їх опису в рамках конкретно заданих умов. Існує клас задач, коли криві лінії і поверхні задані в описовій формі, яка важко формалізується. Прикладом є визначення кривої лінії, що сполучає на площині дві задані точки, за умови її проходження між фігурами цієї площини, що не перетинаються.

Науковою темою є розробка способу опису зазначеної лінії залежно від розташування та геометричної форми фігур-перешкод.

Аналіз останніх досліджень. Наведемо огляд алгоритмів розрахунку шляху мобільних роботів серед перешкод. В роботах Е. Селіфонова, А. Тихомирова [1] зазначено, що серед таких алгоритмів популярними є хвильовий алгоритм, алгоритми з елементами евристики, алгоритм пошуку шляхів з умовною назвою «Алгоритм A^* », а також алгоритм, що базується на методі віртуальних потенціальних полів [2–4]. Хвильовий алгоритм базується на ідеї формування уявної хвилі зі стартової точки, що поступово заповнює площину, у підсумку доходючи до точки цілі. До переваг хвильового алгоритму відносять простоту реалізації, хоча така перевага досягається не раціонально, адже пошук, замість того, щоб бути спрямованим до цілі, здійснюється рівномірно у всіх напрямках.

Модифікацією хвильового алгоритму є двоххвильовий алгоритм, коли «запускаються» дві хвилі: зі стартової й цільової точок. Алгоритм працює до моменту зустрічі двох хвильових фронтів. На базі цього було створено алгоритм Best-First Search з метою виправити основний недолік попередніх алгоритмів, а саме: ігнорування пріоритетного напрямку до цілі та використання евристичного пошуку.

До недоліків відносять визначення шляхів траси, які вигинаються навколо перешкоди (а не відрізки прямих) і які необхідно інтерпретувати системою керування робота.

Найбільш використовуваним алгоритмом пошуку оптимальних шляхів вважається «Алгоритм A^* », який поєднує у собі переваги попередніх алгоритмів і використовує евристики (B-F Search). До його недоліків відносять, по суті, суб'єктивний фактор – робота алгоритму залежить від якості евристичного наближення, яке формулює фахівець; якщо наближення невдале, то спостерігається погіршення роботи алгоритму.

Кращий з перелічених алгоритмів трасування мобільних роботів базується на методі віртуальних потенціальних полів. Тут для навігації використовується мнемонічний прийом віртуальної електростатики, згідно з яким навколишні об'єкти ніби притягують або відштовхують мобільного робота у процесі його руху. При цьому вважається, що точка цілі має деякий заряд «плюс»; фігури-перешкоди і рухома точка-робот мають заряди «мінус»; місця розташування точки цілі й перешкод фіксовані. Тоді, під дією віртуальних електростатичних сил, рухома точка буде відштовхуватися від перешкод і притягуватися до цілі, і, за певних умов, має досягти цілі.

Недоліком перелічених алгоритмів є те, що в якості робота розглядається коло. Розглянемо підхід з більшою точністю представлення робота.

Формулювання цілей статті. Мета публікації полягає у розробці підходу до визначення можливих положень робота згідно аналітичного

опису про положення контейнерів, отриманих за інформацією від системи датчиків.

Основна частина. Оптоелектронна система спостереження за маршрутом робота (візка) складається зі світлових маяків, розташованих у чіткій послідовності на стелі виробничого приміщення, і датчиків на приладах, що установлені на роботі. Під час руху візок орієнтується на світлові маяки, а при точному позиціонуванні – на спеціальні мітки, нанесені на устаткуванні.

Визначення положення вантажного контейнера одержують з використанням інформації з датчиків, розташованих у межах складської площадки.

Сучасною технологією автоматичної ідентифікації контейнерів на складській площадці є радіочастотна ідентифікація (RFID). RFID-системи застосовуються в різноманітних випадках, коли є потреба в оперативному і точному контролі, відстеженні й обліку численних переміщень контейнерів.

В роботі розглядається наступні задачі.

Задача 1. Необхідно розробити спосіб визначення положення певного контейнера на складській площадці за інформацією зі спеціальних датчиків, призначених відстежувати положення контейнерів.

Розглянуто спосіб опису в аналітичному вигляді положення контейнерів на складській площадці за інформацією із системи датчиків (герметичних контактів), які спрацьовують при піднесенні магнітів, розташованих по периметру основи контейнерів.

Вважається, що під асфальтовим покриттям площадки складу на певній глибині герконові датчики розміщені періодично у двох напрямках із кроком, що дорівнює умовній одиниці виміру. Також вважається, що при постановці прямокутної основи контейнера на датчики спрацюють лише ті, які знаходяться безпосередньо біля контура прямокутника. При цьому датчики необхідно закомутувати так, щоб на моніторі комп'ютера оператора з'являлося зображення, відповідне положенню контейнера.

Оберемо на площадці складу прямокутну систему координат Oxy . Тоді положення кожного датчика на площадці визначатиметься двома цілими числами – його номерами по осі Ox і по осі Oy .

В результаті на екрані комп'ютера оператора стануть відомими координати опорних точок (відповідно ті, де «спрацюють» геркони), в околі яких проходить певна сторона прямокутника (рис.1) [1].

Наведено спосіб складання рівняння сторони прямокутника (що в основі контейнера) за інформацією про його сторони, одержаною з датчиків.

Для цього для опису прямих в роботі застосовано метод найменших квадратів. При цьому вхідними даними є набір точок на зображенні, і потрібно знайти параметри прямої, яка щонайкраще наближає цей набір.

Для вирішення задачі достатньо підібрати такий набір параметрів прямої, при яких всі точки зображення були б розташовані до неї максимально близько. Виберемо, наприклад, пряму, що якомога більш точно наближає значення y - координат кожної точки (x_i, y_i) зображення при співпадаючих x - координатах.

Пряма однозначно визначається парою параметрів (a, b) , де a - тангенс кута нахилу прямої, b - відстань до прямої по осі ординат (рівняння прямої у вигляді $y = ax + b$ або, що те ж саме, $y - ax - b = 0$). При цьому різниця y - координат довільної точки зображення (x_i, y_i) і точки прямої з тією ж x - координатою обчислюється за формулою $y_i - ax_i - b$. Таким чином, оптимальні параметри прямої визначаються мінімізацією суми

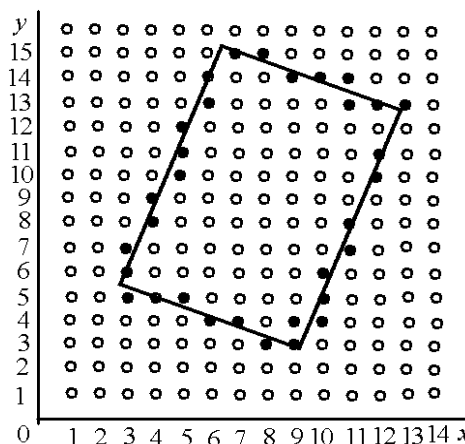


Рис. 1. Система активованих датчиків, що визначають прямокутник

$$\sum_i (y_i - ax_i - b)^2. \quad (1)$$

Перетин чотирьох отриманих прямих утворює чотирикутник S і він повинен бути прямокутним, тобто при ідентифікації основи контейнера виникає питання, чи є він прямокутником?

Для відповіді на питання в роботі розроблено алгоритм: з деякою точністю будується інтервальний чотирикутник, якому належить чотирикутник S ; в межах інтервального чотирикутника знаходиться пошуковий прямокутник. В алгоритмі точність може змінюватися ітеративно.

Задача 2. Необхідно, використовуючи аналітичний опис про положення контейнерів на площині та проекцію транспортного робота на площину, отримати опис маршруту робота в складському приміщенні в аналітичному вигляді.

На рис.2 наведено схему реального робота.

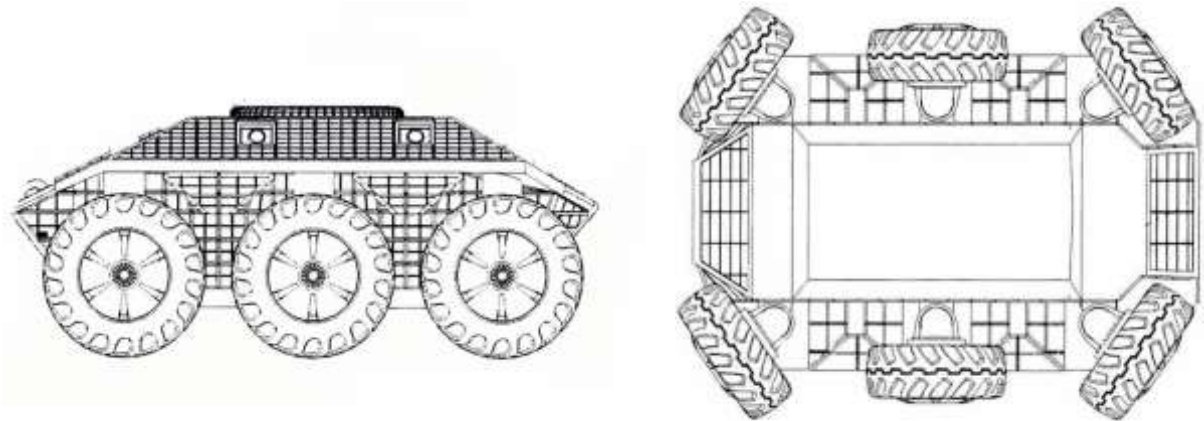


Рис.2 Схема транспортного робота.

Представимо множину контейнерів у вигляді набору об'єктів $S_i(x_i, y_i), i = 1, 2, \dots, n$, проекцію транспортного робота на площину у вигляді об'єкту $S_j(x_j, y_j)$, а складське приміщення у вигляді області S_0 . Розглянемо об'єкт

$$\Gamma_i = S_i \oplus S_j, \quad i = 1, \dots, n, \quad (2)$$

де \oplus – символ операції суми Мінковського.

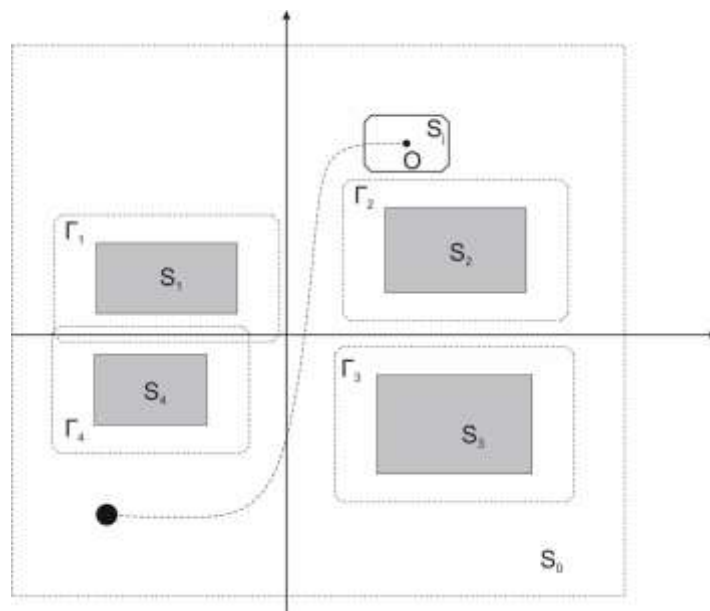


Рис.3 До побудови області можливих положень робота

На рис.3 Γ_i це області що обмежені пунктирними лініями: $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \Gamma_4$. Пунктирні лінії володіють наступними властивостями:

- при суміщенні точки O з будь-якої точкою пунктирної лінії об'єкти торкаються один одного не перетинаючись.
- При розміщенні точки O в середині області Γ_i об'єкти перетинаються;
- При розміщенні точки O поза областю Γ_i , об'єкти не перетинаються.

Використовуючи перелічені властивості побудували область можливих положень транспортного робота (Рис.4).

$$S_0 \setminus \bigcup_{i=1}^n \Gamma_i \quad (3)$$

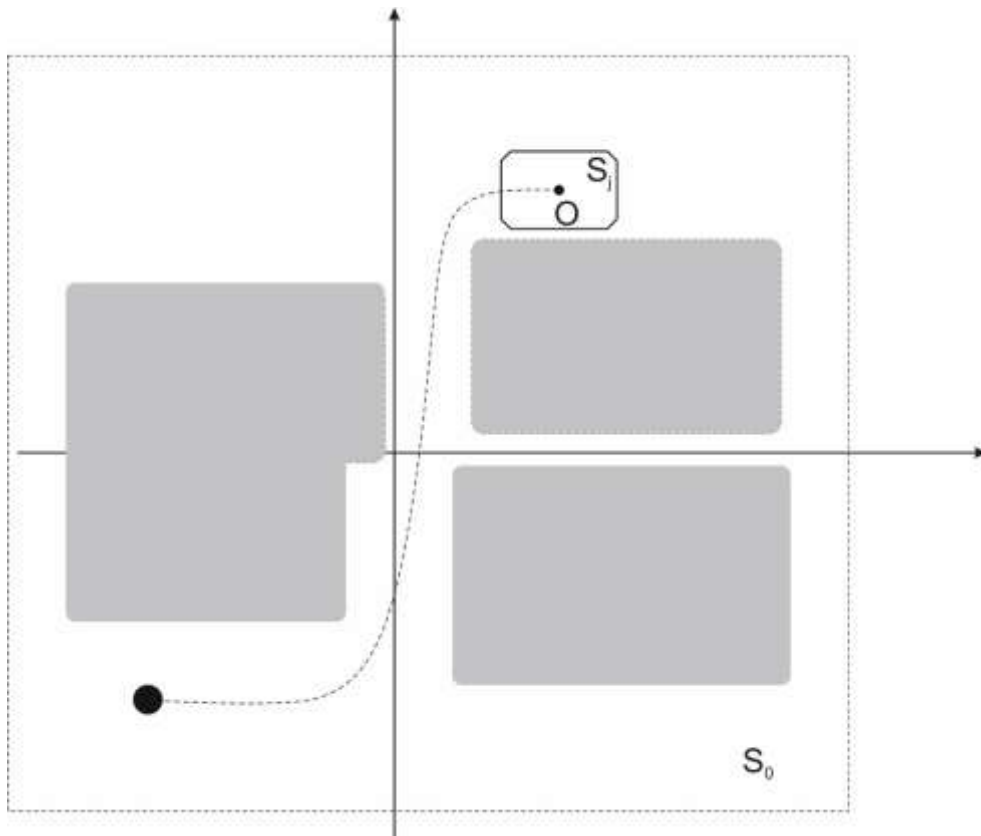


Рис.4 Область можливих положень робота

Якщо між роботом та областями контейнерів необхідно зберегти якусь відстань r отримано вираз для області можливих положень робота

$$S_0 \setminus \bigcup_{i=1}^n \Gamma_i^r, \quad (4)$$

де Γ_i^r - область, що є сумою Мінковського об'єктів S_i^r і S_j^r де S_i^r це об'єкт S_i з еквідистантою, проведеною на відстані r

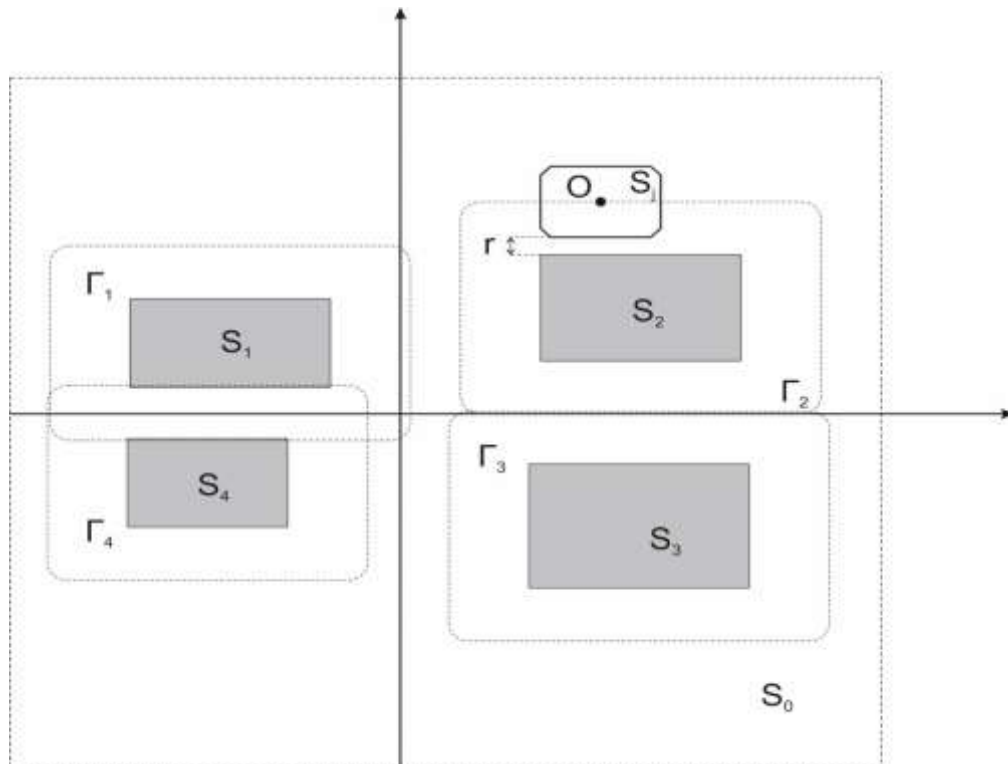


Рис.5 Область можливих положень робота з урахуванням мінімальної відстані

Надалі планується, використовуючи побудовану область можливих положень робота, будувати його оптимальні маршрути згідно різноманітних функцій мети та розглядати роботи більш складної просторової форми.

Бібліографічний список

1. Селифонов Е., Тихомиров А. Path Tracing. <http://rain.ifmo.ru/cat>
2. Платонов А. К., Кирильченко А.А., Колганов М.А. Метод потенциалов в задаче выбора пути: история и перспективы. М.: ИПМ им. М. В. Келдыша, 2001. 32 с.
3. Платонов А. К., Карпов И.И., Кирильченко А.А. Метод потенциалов в задаче прокладки трассы. М.: Препринт Ин-та прикладной математики АН СССР, 1974. №124. 27 с.
4. Морозова Г.В. Геометричне моделювання траєкторії переміщення фігури на площині серед перешкод з використанням R-функцій: дисс. ... канд. техн. наук: 05.01.01. К., 2011. 184 с.