

УДК 004

АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ ПОШУКУ ТРАЄКТОРІЙ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ

Коваленко Д.О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

З розвитком інформаційних технологій до систем відеоспостереження висуваються все нові завдання, які полягають у розробці алгоритмів оброблення відеоданих для автоматизованих режимів роботи систем. Це зумовлено двома потребами: зменшення людського фактора у процесах, які забезпечують відеонагляд та безпеку. [2].

Відстеження траєкторії - це процес керування роботом або транспортним засобом для проходження певного шляху або траєкторії в часі. Ця концепція має вирішальне значення для того, щоб автономні системи могли точно орієнтуватися в навколишньому середовищі та досягати визначених точок, враховуючи такі фактори, як динаміка, перешкоди та умови навколишнього середовища. Ефективне відстеження траєкторії дозволяє роботам виконувати завдання з високою точністю і може підвищити їхню здатність адаптуватися до змін у навколишньому середовищі. [3].

Метою роботи є аналіз сучасних моделей та методів пошуку траєкторій рухомих об'єктів, виявлення їхніх переваг і обмежень, а також оцінка потенціалу їхнього використання в майбутньому.

Кінематичне проєціювання використовується для моделювання та аналізу траєкторій рухомих об'єктів шляхом опису їхнього положення, швидкості та прискорення у просторі з урахуванням часових змін. Цей підхід базується на використанні рівнянь кінематики, що дозволяє точно прогнозувати траєкторії за відомими початковими умовами та параметрами руху. Основною перевагою методу є його точність і простота реалізації в умовах, де рух об'єкта підпорядковується чітко визначеним законам механіки. Проте кінематичне проєціювання має обмеження при роботі з нелінійними

системами або у випадках, коли рух об'єкта зазнає впливу невизначених зовнішніх факторів, що знижує ефективність цього підходу у складних динамічних середовищах.

Нечіткі моделі є ефективним інструментом для моделювання траєкторій у ситуаціях з високою невизначеністю або обмеженістю вхідних даних. Вони базуються на використанні лінгвістичних змінних та правил, що дозволяє описувати складні системи в термінах, зрозумілих людині. Основною перевагою є гнучкість і здатність працювати з нечіткими, неточними або неповними даними, що робить їх незамінними у прогнозуванні поведінки об'єктів у динамічному середовищі. Проте складність налаштування функцій належності та формулювання правил може призводити до суб'єктивності й обмежувати їх застосування в задачах, що потребують високої точності або масштабування моделі.

Оптимізаційні методи широко застосовуються для пошуку оптимальних траєкторій рухомих об'єктів з урахуванням заданих обмежень і цільових функцій. До таких методів належать лінійне та нелінійне програмування, еволюційні алгоритми, генетичні алгоритми, а також методи градієнтного спуску. Вони дозволяють мінімізувати витрати енергії, часу чи відстані під час руху, а також знаходити рішення в умовах багатокритеріальної оптимізації. Основною перевагою цих підходів є здатність враховувати складні взаємозв'язки між змінними та обмеженнями системи. Водночас оптимізаційні методи можуть вимагати значних обчислювальних ресурсів, особливо при роботі з великими наборами даних або складними нелінійними системами, що є їхнім основним недоліком.

Методи просторової фільтрації застосовуються для обробки даних про рух об'єктів з просторовою прив'язкою з метою усунення шуму, виявлення патернів та підвищення точності визначення траєкторій. До основних підходів належать низькочастотна фільтрація для згладжування даних, високочастотна фільтрація для виявлення різких змін або аномалій, а також бандасова фільтрація для аналізу певних частотних діапазонів. Для

відстеження об'єктів у динамічних умовах ефективними є фільтр Калмана і фільтр часток, які коригують положення об'єкта на основі попередніх даних і моделей руху. Ці методи дозволяють працювати з реальними, зашумленими даними, що покращує точність аналізу, однак їх ефективність залежить від правильного налаштування параметрів, яке у випадку помилки може призводити до втрати важливої інформації або надмірного згладжування.

Порівняльні методи використовуються для оцінки ефективності різних підходів до пошуку траєкторій шляхом порівняння результатів, отриманих за допомогою різних алгоритмів чи моделей. Ці методи дозволяють визначити, який із підходів найкраще підходить для конкретної задачі, враховуючи різні критерії, такі як точність, обчислювальні витрати, здатність до масштабування та стійкість до шуму. Порівняльні аналізи можуть включати як теоретичні, так і експериментальні оцінки, де використовуються набори тестових даних для перевірки роботи моделей у реальних умовах. Однією з основних переваг порівняльних методів є можливість об'єктивно оцінити слабкі та сильні сторони кожної моделі, що дозволяє вибрати найбільш підходящий підхід для практичного застосування. Однак цей метод може бути ресурсозатратним, оскільки вимагає проведення численних тестувань і аналізу великих обсягів даних.

Метод відстежування крайових точок використовується для аналізу траєкторій рухомих об'єктів шляхом фіксації ключових точок, що визначають межі або важливі моменти в русі об'єкта. Цей підхід дозволяє ефективно відслідковувати зміни напрямку або швидкості об'єкта, що може бути корисним для виявлення критичних подій, таких як зміна траєкторії чи швидкості. Метод відстежування крайових точок часто застосовується в задачах, де важливе точне визначення моментів, коли об'єкт переходить через певні просторові або часові межі. Перевагою цього методу є здатність ефективно виявляти зміни в русі та зменшувати вплив шуму на результати. Однак його застосування може бути обмежене в умовах, де рух об'єкта є

надзвичайно складним або нелінійним, що може призвести до неточностей у визначенні крайових точок.

Аналіз моделей систем пошуку траєкторій рухомих об'єктів показав, що існує широкий спектр підходів для вирішення цієї задачі, кожен із яких має свої переваги та обмеження. Детерміновані та стохастичні моделі добре підходять для передбачуваних умов, тоді як методи машинного навчання дозволяють працювати з великими наборами даних та виявляти складні закономірності. Окрему увагу варто приділити методам просторової фільтрації та порівняльним методам, які дозволяють підвищити точність і ефективність систем у реальних умовах. Крім того, методи, такі як відстежування крайових точок, дають змогу детально аналізувати критичні моменти руху, хоча їх ефективність може бути обмежена в складних динамічних системах. З огляду на різноманітність підходів, вибір конкретної моделі залежить від специфіки задачі, характеристик об'єкта та середовища, а також вимог до точності та обчислювальних ресурсів.

Список літератури:

1. Свідрак, І. Г., Шевчук, Л. І., Строган, О. І., Струтинська, Л. Р., & Строган, І. В. (2021). Кінематичне проєціювання як засіб управління технікою в автоматизованих землеобробних комплексах. Посилання до ресурсу: <https://nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/2365>
2. Ю. Іванов, Д. Пелешко, А. Ковальчук, М. Пелешко. Пошук траєкторій рухомих об'єктів для автоматизованих систем відеоспостереження. Посилання до ресурсу: <https://science.lpnu.ua/uk/scsit/vsi-vypusky/vypusk-744-2012/poshuk-trayektoriy-ruhomyh-obyektiv-dlya-avtomatyzovanyh-system>
3. Trajectory tracking from class: Robotics . Посилання до ресурсу: <https://fiveable.me/key-terms/robotics/trajectory-tracking>

4. Комп'ютерне моделювання об'єктів і процесів. Посилання до ресурсу: <https://ua5.org/model/1694-kompyuterne-modelyuvannya-obyektiv-i-proczesiv.html>
5. Кононихін О.С., Сухомлінов В.К., Корольов В.М. Багатокритеріальна модель вибору обладнання системи GPS-моніторингу будівельно-дорожньої техніки // «Наука і техніка сьогодні» (Серія «Техніка»): журнал. 2023. No 13(27) 2023. С. 774-783