

ПЛАНУВАННЯ ПЛАВНОЇ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ АВТОНОМНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

Планування плавної траєкторії руху відбувається, коли транспортний засіб знаходиться у довільній початковій або початковій точці, і метою є переміщення його в нову бажану точку шляхом побудови плавної траєкторії. Планування плавної траєкторії руху є серйозною проблемою при використанні будь-якого автономного транспортного засобу, є активним напрямком досліджень протягом останніх кількох десятиліть і є основою різних цікавих дослідницьких робіт і проектів.

Коли навколишнє середовище невідоме, з різною поверхнею та наявністю рухомих перешкод, не існує єдиного методу або підходу, який дозволяє врахувати всі можливі випадки. Таким прикладом може бути дослідження, в якому мобільний робот не зміг досягти глобального мінімуму внаслідок досягнення локального мінімуму [1]. Дану проблему вирішують алгоритми, які можна класифікувати на три типи: видалення місцевих мінімумів (ВММ), виходу з локальних мінімумів (ВЛМ), і уникнення локальних мінімумів (УЛМ), побудованих на основі методу поля штучного потенціалу (ПШП) [1]. ПШП – тип нормального методу планування траєкторій для автономних транспортних засобів [2]. Крім того, цей метод підходить для керування роботом у реальному часі з низькорівневої точки зору внаслідок його простої фізичної та програмної реалізації. ВММ можна отримати виключенням локальних мінімумів шляхом внесення змін у потенційне поле [2]. Методи ВММ намагаються побудувати потенційне поле без або зі значно меншою кількістю місцевих мінімумів заздалегідь, а потім використовувати його при плануванні траєкторії руху автономного транспортного засобу. Методики ВЛМ намагаються вирішити проблему локальних мінімумів шляхом виходу з них після їх обмеження [2]. Для цього використовується локальна інформація з датчиків на основі системи планування в реальному часі. УЛМ – це метод, який концентрується на використанні доступних даних для уникнення місцевих мінімумів до потрапляння в них [2].

Інший приклад досліджень, проведений у цій галузі, включає розробку алгоритму планування плавної траєкторії руху за допомогою нечіткої логіки [3]. Саме тут використовувався метод нечіткої логіки, щоб допомогти плавному плануванню шляхів. Згладження траєкторії досягалось шляхом пропускання різних точок траєкторії через розроблений нечіткий механізм. Додатково, були розглянуті ситуації знаходження у просторі перешкод для моделювання реального

середовища. Застосування кластерної обробки перешкод дозволило скоротити їх кількість шляхом групування та зменшити час планування траєкторії та значного підвищення продуктивності.

Додатковим прикладом досліджень, проведених у цій галузі, є алгоритм планування шляхів на основі інформації від датчиків [4]. Розроблений алгоритм застосовує глобальну збіжність до цілі, одночасно генеруючи плавну траєкторію руху. Алгоритм передбачає існування заданих статичних перешкод, межі яких описуються гладкими кривими. Головними частинами розробленого алгоритму є переміщення з метою досягнення цілі та відстеження межі. Проведене моделювання підтвердило здатність алгоритму генерувати плавні траєкторії руху в усіх випадках, за умови фізичної можливості досягнення точки призначення.

Більшість сгенерованих траєкторій для роботизованих транспортних засобів складаються з дуг кіл, з'єднаних сегментами дотичних ліній. В деякій літературі розглядається генерація траєкторії безперервної кривизни. Найбільш популярними траєкторіями є криві, кривизна яких є поліноміальною функцією їх довжини дуги, наприклад, клотоїди, кубічні спіралі або внутрішні сплайни [5]. Внутрішні сплайни є кривими з поліномічною кривизною, які описують траєкторії з застосуванням геометричних обмежень. Обмеження накладаються на кривизну та напрямок. [6] Це актуально, оскільки клотоїди мають вирішальне значення для безперервного формування траєкторії. Клотоїди можуть бути використані при створенні локального планувальника, який, у свою чергу, використаний для алгоритму глобального планування траєкторії.

Література

1. Farah, R. N., et al. "Challenging of Path Planning Algorithms for Autonomous Robot in Unknown Environment." *Lecture Notes on Information Theory Vol 2.2* (2014).
2. Zhang, Tao, Yi Zhu, and Jingyan Song. "Real-time motion planning for mobile robots by means of artificial potential field method in unknown environment." *Industrial Robot: An International Journal* 37.4 (2010): 384-400.
3. Su, Kuo-Ho, et al. "Image-based smooth path planning for wheeled robot." *Control & Automation (ICCA), 11th IEEE International Conference on. IEEE, 2014.*
4. Wei, Shangming. "Smooth path planning and control for mobile robots." (2005).
5. Scheuer, Alexis, and Th Fraichard. "Continuous-curvature path planning for car-like vehicles." *Intelligent Robots and Systems, 1997. IROS'97, Proceedings of the 1997 IEEE/RSJ International Conference on. Vol. 2. IEEE, 1997.*
6. Delingette, Hervé, Martial Hebert, and Katsushi Ikeuchi. "Trajectory generation with curvature constraint based on energy minimization." *Intelligent Robots and Systems' 91. Intelligence for Mechanical Systems, Proceedings IROS'91. IEEE/RSJ International Workshop on. IEEE, 1991.*