

ЗАДАЧА БЫСТРОДЕЙСТВИЯ ДЛЯ КОЛЁСНОГО РОБОТА ПРИ ОГРАНИЧЕНИИ НА МАКСИМАЛЬНУЮ СКОРОСТЬ ПРИВОДНЫХ КОЛЁС

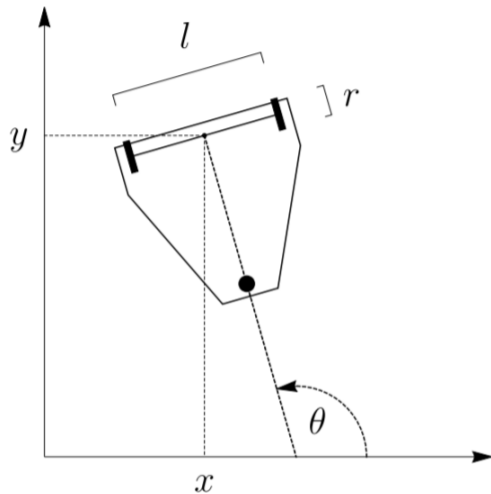
Исполнитель: Лысенко П.В.
Руководитель: Ардентов А.А.

«Современные методы теории информации, оптимизации и управления»

Направление «Геометрическая теория управления»

Университет «Сириус», Сочи-2020

Постановка задачи



Постановка задачи

Динамика системы

$$\begin{aligned} \dot{q} &= \omega_l f_l(q) + \omega_r f_r(q) \\ f_l &= \begin{pmatrix} \frac{r}{2} \cos \theta \\ \frac{r}{2} \sin \theta \\ \frac{r}{l} \end{pmatrix} & f_r &= \begin{pmatrix} \frac{r}{2} \cos \theta \\ \frac{r}{2} \sin \theta \\ -\frac{r}{l} \end{pmatrix} \\ q &= (x, y, \theta) \in SE(2) \end{aligned} \quad (1)$$

Краевые условия

$$q(0) = q_0 = (x_0, y_0, \theta_0), \quad q(T) = q_1 = (x_1, y_1, \theta_1). \quad (2)$$

Ограничения на управления

$$|\omega_l| \leq \omega_{max}, \quad |\omega_r| \leq \omega_{max}. \quad (3)$$

Решается задача быстродействия, т.е.

$$J = \int_0^T dt = T \rightarrow \min. \quad (4)$$

Мотивировка исследования

Решение задач оптимального управления объектами типа колёсных роботов особенно актуально в виду развития робототехники и беспилотных аппаратов. Рассмотренная постановка с управлением отдельно каждым колесом робота интересна своей новизной, поскольку традиционно в качестве управлений рассматривают линейную и угловую скорости всего управляемого объекта.

История задачи

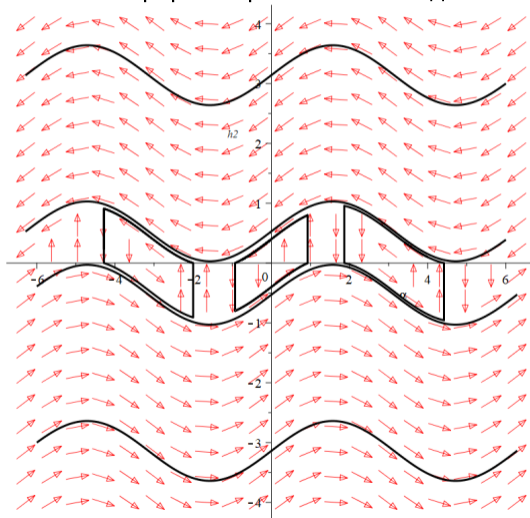
- ▶ А.А. Марков (1889г.) рассматривал задачи, связанные с проектированием железных дорог и первым поставил задачу поиска пути с ограничением на кривизну
- ▶ Айзекс (1951г.) рассмотрел дифференциальную игру "шофёр-убийца" и ввёл термин "car" для объекта с ограниченным радиусом разворота
- ▶ Дубинс (1957г.) в чисто математической работе установил свойства кривых минимальной длины с ограниченным радиусом кривизны
- ▶ Ридс и Шепп (1990г.) расширили постановку Дубинса
- ▶ Различные усложнения постановок выше с введением управления по ускорению

Полученные результаты

- ▶ Система редуцирована по входным параметрам с учётом непрерывных симметрий задачи
- ▶ Доказана глобальная управляемость системы
- ▶ Записан ПМП для задачи
- ▶ Получена вертикальная подсистема гамильтоновой системы
- ▶ Построен фазовый портрет вертикальной подсистемы

Полученные результаты

Фазовый портрет вертикальной подсистемы



Научная новизна

Постановка задачи отличается от других рассматриваемых ранее задачи неклассическим выбором управлений. Оптимальные траектории для этой задачи ещё не найдены.

Полученные результаты представляют также учебный интерес.

Планы

- ▶ Дорешать рассмотренную задачу
- ▶ Рассмотреть другие типы ограничений на управления

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!