

1 Алгоритмы планирования траекторий

Цель работы. Исследование алгоритма планирования траекторий с заданной гладкостью.

Задание

1. Сформируйте бинарную карту размером 10 на 10 ячеек. На карте не менее трети ячеек должны быть недоступными к посещению. Выберите начальную и конечную точки так, чтобы траектория между ними содержала не менее 10 ячеек и не менее трех поворотов. Примените алгоритм A^* для нахождения пути от начальной точки к конечной.
2. Сгенерируйте C^0 -гладкую траекторию через полученные точки. Декартовы координаты точек принять равными номеру ячейки карты по горизонтали и вертикали соответственно.
3. Сгенерировать C^1 -гладкую траекторию для тех же точек.
4. Сгенерировать C^2 -гладкую траекторию для тех же точек.
5. Осуществить сглаживание траектории, полученной в пункте 2 при помощи B -сплайна.

Содержание отчета

1. Титульный лист.
2. Описание алгоритма планирования траектории для каждого пункта задания.
3. Вычислите кривизну полученных траекторий.
4. Результаты моделирования полученных алгоритмов в соответствии с вариантом. Они должны включать результирующий график траектории, график функции кривизны и любые другие иллюстративные графики по вашему выбору.
5. Выводы.

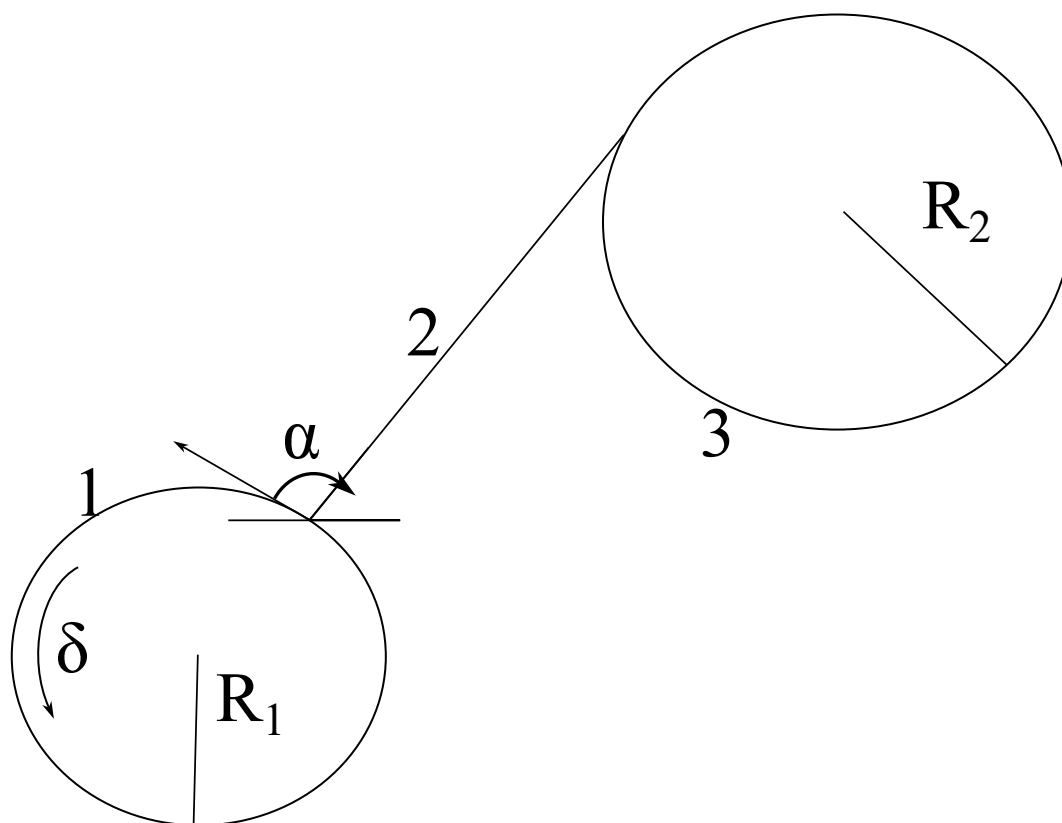


Figure 1: TФорма траектории для задания 2

2 Алгоритмы слежения за траекторией

Цель работы. Исследование алгоритмов отслеживания траектории плоского движения колесных мобильных роботов с ограниченной подвижностью.

Задание

Рассматривается колесный мобильный робот с ограниченной подвижностью. Для решения задачи слежения за точкой необходимо разработать следящий закон управления на основе линеаризации обратной связи.

1. Вывести динамическую позиционную модель четырехколесного мобильного робота заданного типа (see Table 1). Выбирайте разумные геометрические параметры и конфигурацию приводов.
2. Описание траектории (see Fig. 1). Движение начинается с начальной позиции ξ_0 . Сначала мобильный робот должен пройти по окружности радиусом R_1 расстояние, эквивалентное изменению азимута точки слежения на δ радиан в заданном направлении (положительном или отрицательном). Затем, мобильный робот должен развернуться на α радиан и идти по прямой в течение t секунд. После этого мобильный робот должен совершить круговое движение радиусом R_2 в заданном направлении (по часовой стрелке или против часовой стрелки). Все параметры траектории приведены в таблице 1.
3. Спроектируйте регулятор для решения задачи слежения за точкой с использованием линеаризации статической обратной связи по состоянию. Основания для выбора места расположения точки можно найти в материале лекции.
4. Спроектируйте регулятор для решения задачи слежения за точкой с помощью линеаризации динамической обратной связи по состоянию. Используйте координаты точки из предыдущей части задания.

Содержание отчета

1. Титульный лист.
2. Вывод законов управления для каждой части задания.
3. Результаты моделирования полученных алгоритмов в соответствии с вариантом. Они должны включать результирующий график траектории, график кривизны и любые другие иллюстративные графики по вашему выбору.
4. Выводы.

Table 1: Данные для задания 2

Variant	Robot type	$\xi_0^T = [x_0 \ y_0 \ \vartheta_0]^T$	R_1	δ	Direction 1	α	t	R_2	Direction 3
1	(1, 1)	$[2 \ 0 \ \frac{\pi}{3}]^T$	6	2π	positive	$\frac{\pi}{4}$	5	10	clockwise
2	(1, 2)	$[5 \ 3 \ -\frac{\pi}{6}]^T$	7	3π	negative	$\frac{\pi}{3}$	6	12	counterclock-wise
3	(2, 1)	$[-2 \ 3 \ \frac{\pi}{2}]^T$	5	$\frac{5\pi}{2}$	positive	$\frac{\pi}{4}$	4	11	clockwise
4	(1, 1)	$[1 \ 1 \ -\frac{\pi}{4}]^T$	6	$\frac{8\pi}{3}$	negative	$\frac{5\pi}{6}$	7	10	counterclock-wise
5	(1, 2)	$[0 \ 3 \ \frac{2\pi}{3}]^T$	7	2π	positive	$\frac{\pi}{3}$	6	12	clockwise
6	(2, 1)	$[-1 \ -1 \ \frac{5\pi}{6}]^T$	5	$\frac{5\pi}{2}$	positive	$\frac{\pi}{4}$	4	11	counterclock-wise
7	(1, 1)	$[6 \ 7 \ -\frac{2\pi}{3}]^T$	6	3π	negative	$\frac{\pi}{3}$	5	10	clockwise
8	(1, 2)	$[1 \ -5 \ -\frac{\pi}{2}]^T$	7	$\frac{8\pi}{3}$	positive	$\frac{5\pi}{6}$	6	12	clockwise
9	(2, 1)	$[2 \ 6 \ \frac{3\pi}{2}]^T$	5	$\frac{5\pi}{2}$	positive	$\frac{5\pi}{6}$	7	11	counterclock-wise
10	(1, 1)	$[-2 \ 5 \ \frac{2\pi}{3}]^T$	6	2π	negative	$\frac{\pi}{4}$	5	10	clockwise

3 Алгоритмы стабилизации траекторий движения динамических систем

Цель работы. Исследование алгоритмов стабилизации плоских и пространственных траекторий движения динамических систем.

3.1 Задание

1. Рассматривается модель движения материальной точки на плоскости (см. презентацию лекции). Параметры модели объекта управления содержатся в таблице 1. Требуется синтезировать методом согласованного управления алгоритм стабилизации траектории движения для данной математической модели. Траектория состоит из трех частей. Сначала движение происходит относительно траектории $\varphi_1(x, y)$, затем по траектории $\varphi_2(x, y)$ и далее по траектории $\varphi_3(x, y)$ (траектории согласно номеру варианта из таблицы 2). Осуществить моделирование при заданной касательной скорости $\dot{s}^* = 1$, $\dot{s}^* = 3$ и $\dot{s}^* = 5$. Время симуляции подобрать исходя из того, чтобы все три части траектории были отработаны.
2. Рассматривается модель движения материальной точки в пространстве (см. презентацию лекции). Требуется синтезировать методом согласованного управления алгоритм стабилизации траектории движения для данной математической модели. Траектория описывается как пересечение двух пространственных кривых $\varphi_1(x, y, z)$ и $\varphi_2(x, y, z)$ (см. таблицу 2).
3. Рассматривается модель движения материальной точки в пространстве (см. презентацию лекции). Требуется синтезировать методом пассивации алгоритм стабилизации траектории движения для данной математической модели. Траектория движения соответствует предыдущему пункту.

3.2 Содержание отчета

1. Титульный лист.
2. Вывод алгоритмов управления для каждого из пунктов задания.
3. Результаты моделирования выведенных алгоритмов в соответствии с вариантом задания.
4. Выводы.

	m	Initial position (x_0 y_0)	Initial orientation α_0	Desired velocity \dot{s}^*	$\varphi_i(x, y)$
1	1.2	(0 1.5)	$\frac{\pi}{3}$	1	$\varphi_1(x, y) = (x - 2)^2 + (y - 3)^2 - 16 = 0$ $\varphi_2(x, y) = -\sin \frac{3\pi}{2}x + \cos \frac{3\pi}{2}y + 6 = 0$ $\varphi_3(x, y) = -1.7 \sin(1.05x + 0.33) + y + 5 = 0$
2	2.3	(-10 -4)	$\frac{\pi}{4}$	2	$\varphi_1(x, y) = (x + 7)^2 + (y + 5)^2 - 6.25 = 0$ $\varphi_2(x, y) = -\sin \frac{\pi}{3}x + \cos \frac{\pi}{3}y + 1.4 = 0$ $\varphi_3(x, y) = (x - 10)^2 + (y - 10)^2 - 36 = 0$
3	4.5	(-10 -3)	$\frac{2\pi}{3}$	1.8	$\varphi_1(x, y) = -\sin \frac{\pi}{6}x + \cos \frac{\pi}{6}y - 3 = 0$ $\varphi_2(x, y) = -1.1 \sin(3x + 0.2) + y - 6 = 0$ $\varphi_3(x, y) = (x - 4)^2 + (y - 6)^2 - 25 = 0$
4	1.6	(-7 0)	$\frac{4\pi}{3}$	3	$\varphi_1(x, y) = -3 \sin(2x - 0.5) + y - 3 = 0$ $\varphi_2(x, y) = -\sin \frac{7\pi}{4}x + \cos \frac{7\pi}{4}y = 0$ $\varphi_3(x, y) = (x - 13)^2 + (y + 3)^2 - 49 = 0$
5	2.8	(-7 4)	$\frac{3\pi}{4}$	2.5	$\varphi_1(x, y) = (x + 3)^2 + (y - 2)^2 - 9 = 0$ $\varphi_2(x, y) = -2 \cos(0.5x + 0.3) + y - 2 = 0$ $\varphi_3(x, y) = (x - 12)^2 + (y - 2)^2 - 25 = 0$
6	3.6	(-11 -9)	$\frac{\pi}{2}$	1.5	$\varphi_1(x, y) = -2.5 \cos(1.7x) + y + 4 = 0$ $\varphi_2(x, y) = -\sin \frac{\pi}{4}x + \cos \frac{\pi}{4}y = 0$ $\varphi_3(x, y) = -1.8 \sin(2.2x + 0.7) + y - 6 = 0$
7	4.1	(0 -2)	$\frac{3\pi}{2}$	2.1	$\varphi_1(x, y) = -1.3 \sin(3x + 0.9) + y + 2 = 0$ $\varphi_2(x, y) = (x - 10)^2 + (y - 3)^2 - 36 = 0$ $\varphi_3(x, y) = -2.5 \cos(1.2x - 0.3) + y - 7 = 0$
8	1.1	(21 5)	$\frac{\pi}{3}$	1.7	$\varphi_1(x, y) = -2.5 \cos(1.2x - 0.3) + y - 7 = 0$ $\varphi_2(x, y) = (x - 10)^2 + (y - 3)^2 - 36 = 0$ $\varphi_3(x, y) = -1.3 \sin(3x + 0.9) + y + 2 = 0$
9	2.6	(16 14)	$\frac{\pi}{6}$	3.1	$\varphi_1(x, y) = -1.8 \sin(2.2x + 0.7) + y - 6 = 0$ $\varphi_2(x, y) = -\sin \frac{\pi}{4}x + \cos \frac{\pi}{4}y = 0$ $\varphi_3(x, y) = -2.5 \cos(1.7x) + y + 4 = 0$
10	3.8	(18 -4)	$\frac{5\pi}{6}$	2.2	$\varphi_1(x, y) = (x - 12)^2 + (y - 2)^2 - 25 = 0$ $\varphi_2(x, y) = -2 \cos(0.5x + 0.3) + y - 2 = 0$ $\varphi_3(x, y) = (x + 3)^2 + (y - 2)^2 - 9 = 0$
11	3.2	(21 -1)	$\frac{2\pi}{3}$	1.9	$\varphi_1(x, y) = (x - 13)^2 + (y + 3)^2 - 49 = 0$ $\varphi_2(x, y) = -\sin \frac{7\pi}{4}x + \cos \frac{7\pi}{4}y = 0$ $\varphi_3(x, y) = -3 \sin(2x - 0.5) + y - 3 = 0$
12	2.9	(10 2)	$\frac{\pi}{2}$	1	$\varphi_1(x, y) = (x - 4)^2 + (y - 6)^2 - 25 = 0$ $\varphi_2(x, y) = -1.1 \sin(3x + 0.2) + y - 6 = 0$ $\varphi_3(x, y) = -\sin \frac{\pi}{6}x + \cos \frac{\pi}{6}y - 3 = 0$
13	4.3	(13 12)	$\frac{5\pi}{6}$	3	$\varphi_1(x, y) = (x - 10)^2 + (y - 10)^2 - 36 = 0$ $\varphi_2(x, y) = -\sin \frac{\pi}{3}x + \cos \frac{\pi}{3}y + 1.4 = 0$ $\varphi_3(x, y) = (x + 7)^2 + (y + 5)^2 - 6.25 = 0$
14	5.1	(11 -3)	$\frac{4\pi}{3}$	2	$\varphi_1(x, y) = -1.7 \sin(1.05x + 0.33) + y + 5 = 0$ $\varphi_2(x, y) = -\sin \frac{3\pi}{2}x + \cos \frac{3\pi}{2}y + 6 = 0$ $\varphi_3(x, y) = (x - 2)^2 + (y - 3)^2 - 16 = 0$
15	3.7	(-7 5)	$\frac{\pi}{3}$	1.5	$\varphi_1(x, y) = (x + 3)^2 + (y - 2)^2 - 25 = 0$ $\varphi_2(x, y) = -2 \cos(0.5x + 0.3) + y - 2 = 0$ $\varphi_3(x, y) = (x - 12)^2 + (y - 2)^2 - 9 = 0$

	m	J	Initial position (x_0 y_0 z_0)	Initial orientation n	Desired orientation n_d	$\varphi_i(x, y, z)$
1	1.2	2	(0 1.5 10)	(1 0 0)	($1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$)	$\varphi_1(x, y, z) = 0.4x^2 + 0.8y^2 - 225 = 0$ $\varphi_2(x, y, z) = z + 0.25y^2 - 3 = 0$
2	2.3	1.7	(-10 -4 10)	(0 1 0)	($1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$)	$\varphi_1(x, y, z) = x^2 + y^2 - 400 = 0$ $\varphi_2(x, y, z) = z + y - 10 = 0$
3	4.5	2.3	(-10 -3 10)	(0 0 1)	($1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$)	$\varphi_1(x, y, z) = 1.1x^2 + 0.8y^2 - 225 = 0$ $\varphi_2(x, y, z) = z + 0.25y^2 - 3 = 0$
4	1.6	5	(-7 0 10)	(1 0 1)	($1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$)	$\varphi_1(x, y, z) = x^2 + y^2 - 225 = 0$ $\varphi_2(x, y, z) = z + y - 1 = 0$
5	2.8	3	(-7 4 10)	(1 1 0)	($1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$)	$\varphi_1(x, y, z) = 0.4x^2 + 0.8y^2 - 225 = 0$ $\varphi_2(x, y, z) = z + 0.25y^2 - 3 = 0$
6	3.6	1	(-11 -9 10)	(0 1 1)	($1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$)	$\varphi_1(x, y, z) = x^2 + y^2 - 256 = 0$ $\varphi_2(x, y, z) = z + y - 5 = 0$
7	4.1	2	(0 -2 10)	(1 1 1)	($1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$)	$\varphi_1(x, y, z) = 0.2x^2 + 0.6y^2 - 225 = 0$ $\varphi_2(x, y, z) = z + 0.35y^2 - 3 = 0$
8	1.1	3.5	(21 5 10)	(1 1 0)	($1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$)	$\varphi_1(x, y, z) = x^2 + y^2 - 169 = 0$ $\varphi_2(x, y, z) = z + y + 5 = 0$
9	2.6	2.7	(16 1 104)	(1 0 1)	($1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$)	$\varphi_1(x, y, z) = 0.44x^2 + 0.38y^2 - 225 = 0$ $\varphi_2(x, y, z) = z + 0.6y^2 - 3 = 0$
10	3.8	3.3	(18 -4 10)	(0 1 0)	($1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$)	$\varphi_1(x, y, z) = x^2 + y^2 - 196 = 0$ $\varphi_2(x, y, z) = z + y + 2 = 0$
11	3.2	2.5	(21 -1 10)	(0 0 1)	($1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$)	$\varphi_1(x, y, z) = 0.14x^2 + 0.48y^2 - 225 = 0$ $\varphi_2(x, y, z) = z + 0.33y^2 - 3 = 0$
12	2.9	1.7	(10 2 10)	(0 1 1)	($1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$)	$\varphi_1(x, y, z) = x^2 + y^2 - 225 = 0$ $\varphi_2(x, y, z) = z + y - 6 = 0$
13	4.3	2.2	(13 12 10)	(1 1 0)	($1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$)	$\varphi_1(x, y, z) = 0.6x^2 + 0.9y^2 - 225 = 0$ $\varphi_2(x, y, z) = z + 0.45y^2 - 3 = 0$
14	5.1	1.4	(11 -3 10)	(0 0 1)	($1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$)	$\varphi_1(x, y, z) = x^2 + y^2 - 256 = 0$ $\varphi_2(x, y, z) = z + y - 9 = 0$
15	3.7	2	(-7 5 10)	(1 0 1)	($1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$ $1/\sqrt{3}$)	$\varphi_1(x, y, z) = 1.4x^2 + 1.8y^2 - 144 = 0$ $\varphi_2(x, y, z) = z + 0.75y^2 + 7 = 0$