

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ,
МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

Кафедра систем управления и информатики

Отчет по практической работе
«РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПАРКОВКИ
РОБОТА-МАШИНКИ»
по дисциплине
«Бесконтактные средства локальной ориентации роботов»

Выполнили: студенты гр. Р4235
Антонов Е. С.,
Артемов К. А.
Преподаватель: Власов С. М.,
ассистент каф. СУиИ

Санкт-Петербург
2017

Содержание

Введение	3
1 Особенности строения робота	4
2 Управление движением робота	6
2.1 Кинематическая модель	6
2.2 Локализация робота	6
2.3 Контроллеры движения	7
3 Поиск парковочного места	9
4 Планирование траекторий движения	10
Заключение	11
Список использованных источников	12
Приложение А Описание экспериментов по проверке состоятельности использо- ванных методов локализации робота с помощью сторонней системы тех- нического зрения	13

Введение

Данный документ призван познакомить читателей с результатами работы авторов над задачей создания системы управления для робота-машинки, которая бы давала ему способность автоматически (самостоятельно) выполнять параллельную парковку.

Более конкретно ее можно описать примерно так.

Имеется робот-машинка, ходовая часть которого устроена примерно так же, как у настоящего заднеприводного автомобиля: один из пары его двигателей приводит во вращение задние колеса, второй отвечает за поворот передних, рулевых колес. Данный робот должен проехать вдоль возможного места парковки, обозначенного с помощью посторонних объектов, имитирующих собой другие стоящие неподвижно транспортные средства (см. рисунок 1), оценить его геометрические параметры, необходимые для совершения маневра, характерного для параллельной парковки, и, собственно, проделать последний.

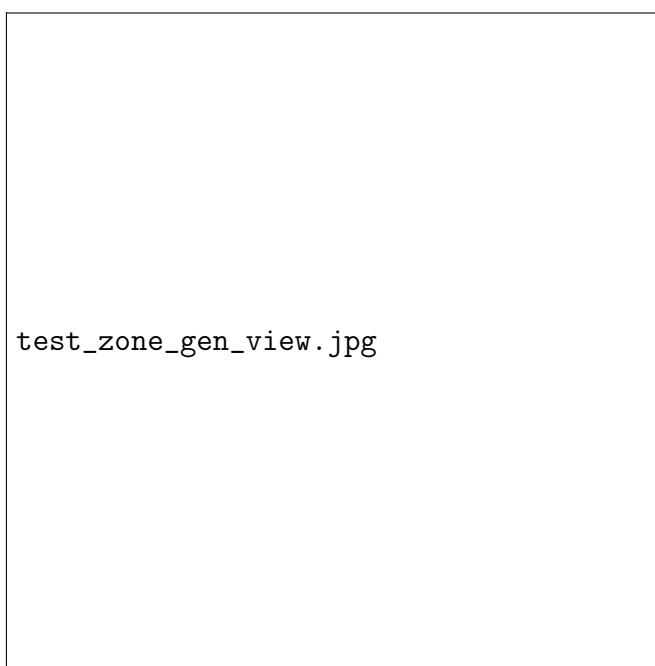


Рисунок 1 – Общий вид зоны проведения экспериментов.

Для ее решения авторам пришлось проработать следующие технические вопросы:

- создание упомянутого робота из конструктора LEGO Mindstorms EV3;
- подбор для него датчиков и программная реализация алгоритмов обработки поступающей с них информации;
- проектирование системы управления движением робота;
- создание алгоритма картирования парковочного места и его окрестностей.

Описанию их ключевых моментов и посвящена основная часть этого документа.

1 Особенности строения робота

Особенности строения использованного в работе робота-машинки (см. рисунок 3) даются следующим перечислением:

- робот собран из конструктора LEGO Mindstorms EV3;
- робот имеет два двигателя со встроенными энкодерами, один из которых (тяговый) приводит в движение задние колеса, а второй (рулевой) поворачивает передние;
- усилие с тягового двигателя на задние колеса передается через дифференциал с передаточным отношением, обеспечивающим равенство угловой скорости вращения вала двигателя с полусуммой угловых скоростей задних колес;
- рулевые колеса связаны друг с другом и с рулевым двигателем через рулевую трапецию, кинематическая схема которой изображена на рисунке 2;

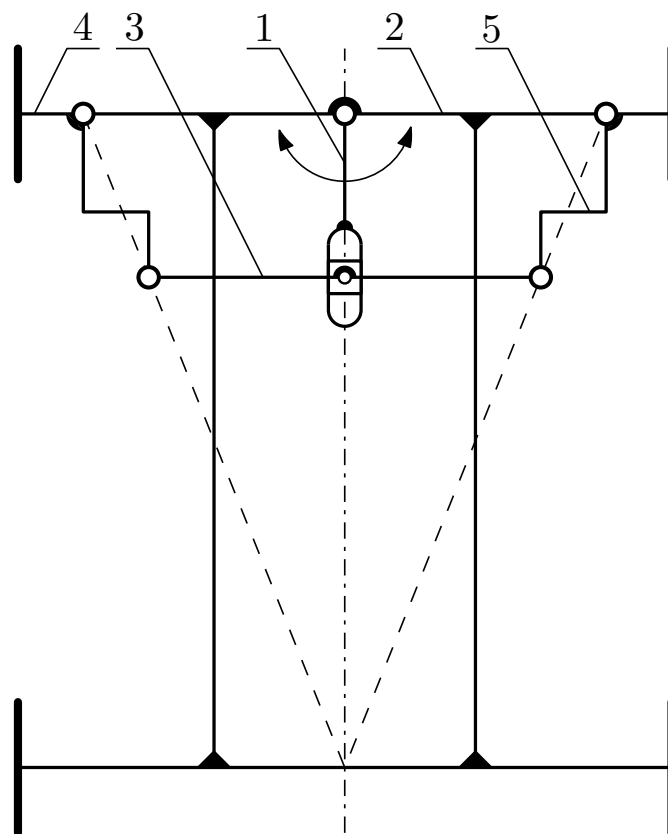
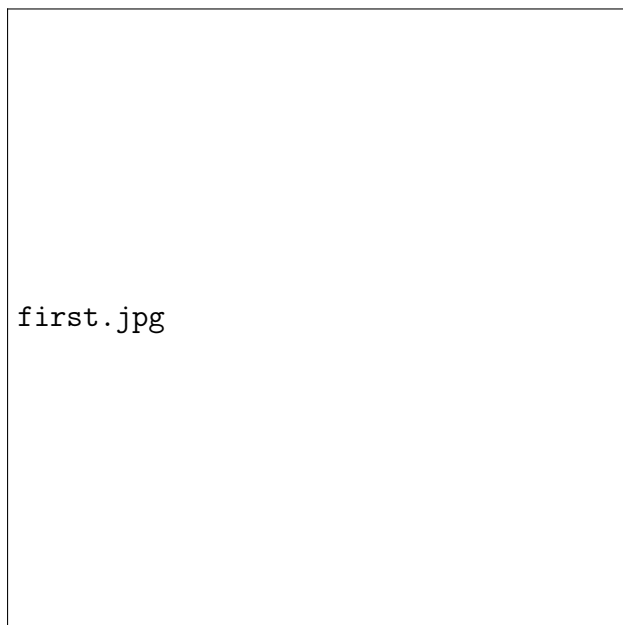


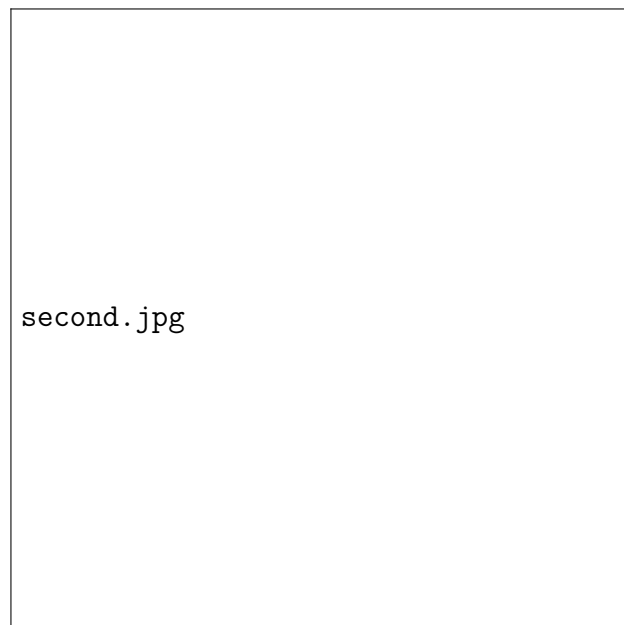
Рисунок 2 – Кинематическая схема рулевой трапеции: 1 — коромысло, приводимое в движение рулевым двигателем, 2 — шасси робота, 3 — шатун, 4,5 — коромысла, жестко соединенные с осями вращения передних колес.

- для измерения расстояний до объектов окружающей среды робот имеет два ультразвуковых датчика;
- для определения собственного угла поворота и угловой скорости робот снабжен возвращающим их датчиком-гироскопом.



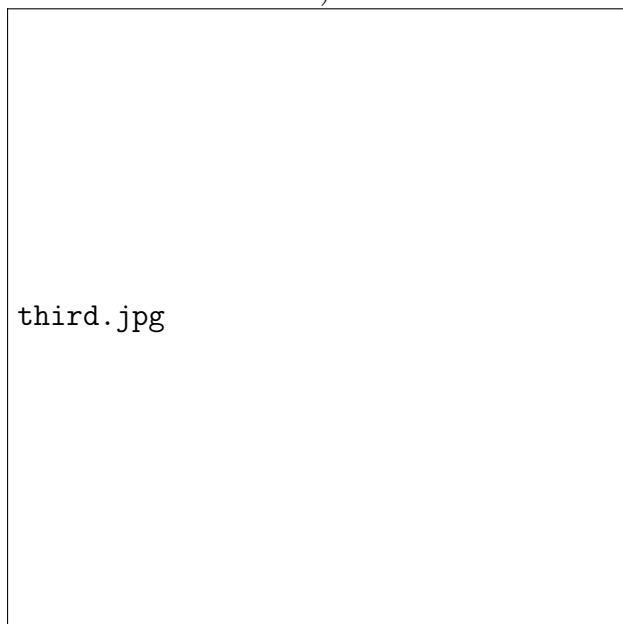
first.jpg

а)



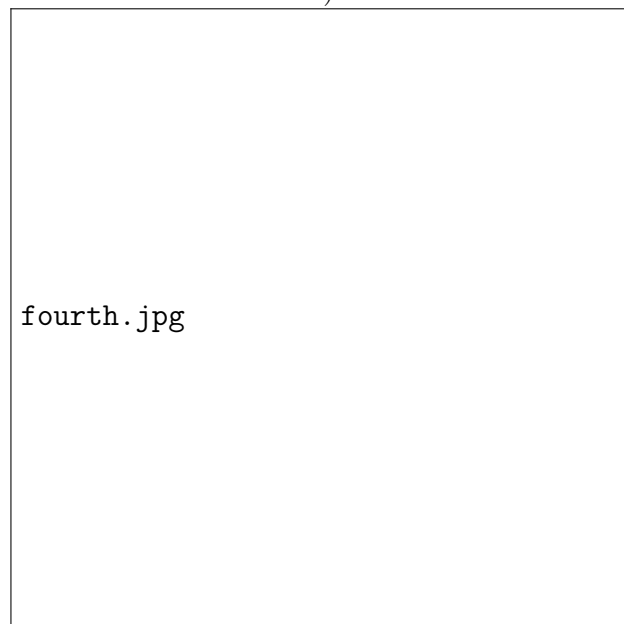
second.jpg

б)



third.jpg

в)



fourth.jpg

г)

Рисунок 3 – Внешний вид использованного в работе робота-машинки.

2 Управление движением робота

2.1 Кинематическая модель

Кинематическая модель робота имеет вид [1]:

$$\begin{cases} \dot{x} = v \cos \theta \\ \dot{y} = v \sin \theta \\ \dot{\theta} = \omega \end{cases} \quad (1)$$

где x, y — декартовы координаты точки C , являющейся серединой задней оси (см. рисунок 4); θ — угол поворота робота (угол между осями абсцисс неподвижной системы координат Ox_0y_0 и системы координат Ox_1y_1 , жёстко связанной с роботом); v — проекция скорости \vec{v} точки C на ось абсцисс системы координат $Ox_1y_1^*$; ω — угловая скорость вращения робота.

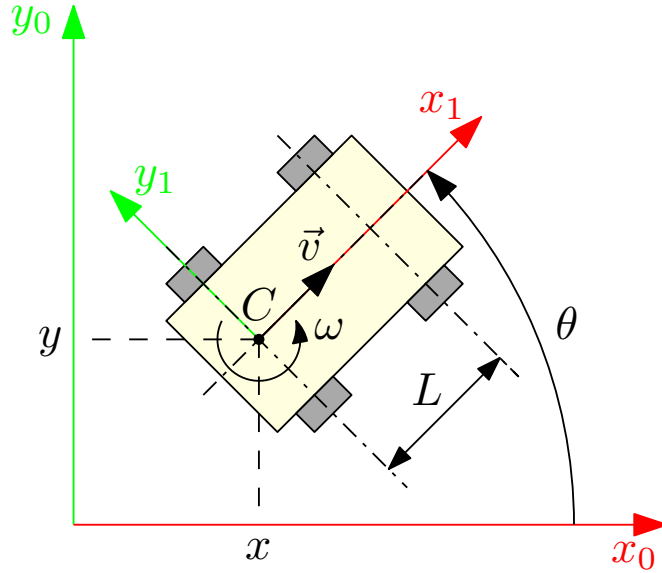


Рисунок 4 – Чертеж-пояснение к кинематической модели робота.

2.2 Локализация робота

В качестве угла θ и угловой скорости ω в работе использовались угол и угловая скорость, возвращаемые установленным на робота датчиком-гироскопом. Координаты x и y , в свою очередь, непосредственно не измерялись, а рассчитывались с использованием первых двух уравнений модели (1). При этом линейная скорость точки C с учетом третьего пункта перечня, представленного в разделе 1, определялась в соответствии со следующим выражением

$$v = \underline{\omega} R, \quad (2)$$

где $\underline{\omega}$ — угловая скорость вращения вала тягового двигателя, R — радиус задних колес робота.

* В данной работе проскальзывание задних колес робота считается отсутствующим, а, следовательно, вектор \vec{v} — всегда коллинеарным оси абсцисс системы координат Ox_1y_1 .

Состоятельность описанного принципа локализации робота была проверена с помощью сторонней системы технического зрения. Подробности соответствующих экспериментов и полученные результаты доступны в Приложении А.

2.3 Контроллеры движения

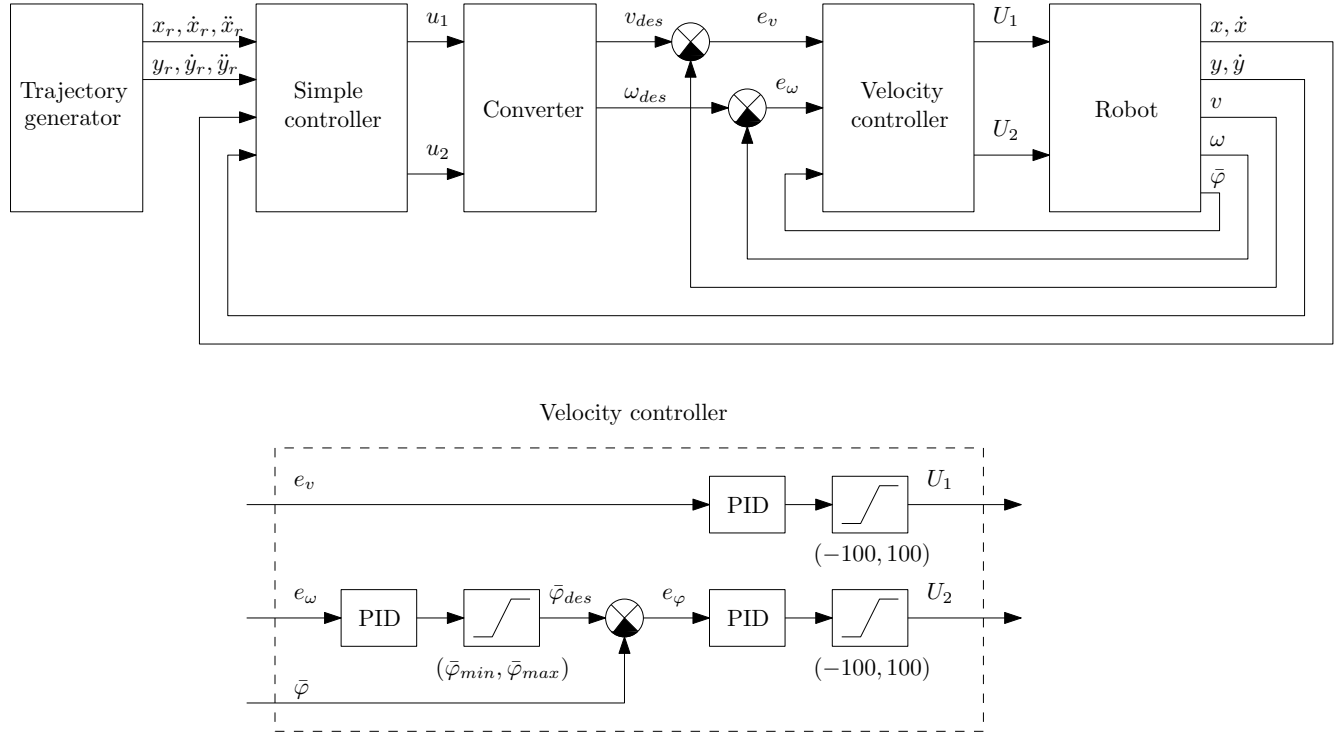


Рисунок 5 – Структура системы управления движением робота.

На рисунке 5:

U_1 — % от максимального напряжения, подаваемого на двигатель, приводящий в движение задние колеса;

U_2 — % от максимального напряжения, подаваемого на рулевой двигатель;

$\bar{\varphi}$ — угол поворота рулевого двигателя;

v и ω — текущие линейная и угловая скорости робота (последняя измеряется установленным на робота гироскопом);

x и y — текущие координаты робота;

x_r и y_r — координаты, которые должен иметь робот в данный момент времени, чтобы следовать по траектории;

X_{des} — желаемое значение величины X ;

Формулы для расчета некоторых из величин:

$$v = \omega_1 \cdot R, \quad (3)$$

где ω_1 — скорость вращения тягового двигателя, R — радиус колес робота.

$$\bar{\varphi}_{min} = -\bar{\varphi}_{max}. \quad (4)$$

Источник для (5)–(9) — это [2]:

$$u_1 = \ddot{x}_r + k_{p1}(x_r - x) + k_{d1}(\dot{x}_r - \dot{x}) \quad (5)$$

$$u_2 = \ddot{y}_r + k_{p2}(y_r - y) + k_{d2}(\dot{y}_r - \dot{y}) \quad (6)$$

$$\dot{\xi} = u_1 \cos \theta + u_2 \sin \theta, \quad (7)$$

$$v_{des} = \xi \quad (8)$$

$$\omega_{des} = \frac{-u_1 \sin \theta + u_2 \cos \theta}{\xi} \quad (9)$$

3 Поиск парковочного места

Текст

4 Планирование траекторий движения

Текст

Заключение

Текст

Список использованных источников

1. <https://arxiv.org/pdf/1604.07446.pdf>
2. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474667017380114>

Приложение А

(обязательное)

Описание экспериментов по проверке состоятельности использованных методов локализации робота с помощью сторонней системы технического зрения

Текст