

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра дискретной математики и информационных технологий

**Система принятия решений для автономных роботов на базе аппаратной
платформы DaNI 2.0 компании National Instruments**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 5 курса 521 группы
направления 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
факультета компьютерных наук и информационных технологий
Мазура Юрия Петровича

Научный руководитель

к.ф.-м.н., доцент кафедры ДМиИТ _____
подпись, дата

И.Д. Сагаева

Зав. кафедрой

к. ф.-м.н., доцент _____
подпись, дата

Л.Б. Тяпаев

Саратов 2019

ВВЕДЕНИЕ

Робототехника – научная и техническая база для создания автоматизированных систем. Робототехника – сравнительно молодое научное направление, определяющее прогресс в таких областях как военное дело, медицина, автоматизация производства, исследование космоса и морских глубин и т.д. [1].

Идея создания робота, механического устройства, умеющего выполнять различные функции подобно человеку, привлекала людей с давних времён. В настоящее время интерес к разработке и созданию роботов только растёт: создаются обучающие центры по конструированию роботов, проводятся соревнования и робототехнические конференции [2]. Исследователи со всего мира ищут пути решения различных проблем в робототехнике.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка и программная реализация алгоритмов автономного принятия решений для мобильных роботов на базе аппаратной платформы DaNI 2.0 компании National Instruments.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить этапы развития робототехники;
- провести анализ существующих алгоритмов движения робота в лабиринте;
- изучить технические характеристики, принцип работы и способы управления датчиками робота;
- разработать алгоритмы решения задач прохождения лабиринта по «правилу правой руки» и «автономного поиска пути в лабиринте»;
- реализовать в среде программирования LabVIEW разработанные алгоритмы.

Работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Первая глава «Робототехника и её роль в жизни человека», вторая глава «Обзор алгоритмов прохождения

лабиринта», третья глава «Техническое оснащение и средства реализации программного кода», четвёртая глава «Исследование работы алгоритмов на практике».

Основное содержание работы

1. Обзор алгоритмов прохождения лабиринта

Алгоритм «правило одной руки»

Один из самых простых алгоритмов прохождения лабиринта является «правило одной руки» [16]. Суть алгоритма заключается в том, чтобы во время движения по лабиринту касаться рукой одной из стен лабиринта. Этот алгоритм известен еще древним грекам. Используя данный алгоритм возможно прохождение лабиринтов, у которых нет отдельно стоящих стен и замкнутых маршрутов. Такие лабиринты называются односвязными. Однако в этом алгоритме есть недостаток: придётся пройти все тупики и коридоры.

Алгоритм «Люка-Тремо»

Если лабиринт имеет отдельно стоящие перегородки и замкнутые маршруты, то такой лабиринт называется многосвязным. В таком лабиринте невозможно найти выход по алгоритму «правило одной руки». Решение задачи прохождения таких лабиринтов было реализовано с помощью алгоритма «Люка-Тремо» [18]. Суть алгоритма заключается в следующем: выйдя из любой точки лабиринта, надо сделать отметку на его стене и двигаться в произвольном направлении до тупика или перекрёстка; в первом случае – вернуться назад и поставить вторую отметку, и идти в направлении, не пройденном ни разу, или один раз; во втором случае – идти по произвольному направлению, отмечая каждый перекрёсток на выходе и на входе; если на перекрёстке одна отметка уже стоит, то идти новым путём, если нет то пройденным путём, отметив его ещё раз.

Алгоритм Дейкстры

Данный алгоритм находит кратчайшие пути из одной вершины до всех остальных, определяет длину между всеми вершинами графа. Он изобретён голландским учёным Э. Дейкстрой в 1959 году. Алгоритм работает только для графов, у которых нет рёбер с отрицательным весом [19]. Суть алгоритма состоит в следующем: берётся граф, в котором номерами обозначены вершины, возле рёбер обозначена длина пути (вес рёбер) до соседних вершин. Все

вершины графа отмечаются как не пройденные. Первый шаг: метка вершины 1 имеет начальное значение ноль. Её соседи 2,3,6 вершины. Необходимо пройти пути до всех соседних вершин и определить наименьший из них. Это вершина 2. Вершина 1 отмечается как пройденная. Вторым шагом: проводятся все действия с вершиной 2 как в первом шаге. Определяется очередная вершина, до которой наименьший путь. Таковой является вершина 3. Повторяя шаг за шагом, проходят все вершины. Затем производится расчёт кратчайшего пути, начиная с конечной вершины.

Алгоритм A*(A - звёздочка)

Данный алгоритм планирования пути используется от разработки видеоигр до программного обеспечения для направления движения и автономного управления механических устройств [21]. Концепция алгоритма A* заключается в поиске пути во взвешенном графе с наименьшей стоимостью. Планируется пройти путь из точки A в точку B наиболее эффективным способом. Вся область поиска разбивается на квадратную сетку. Используется простой двумерный массив, в котором каждый элемент это квадрат сетки. Путь определяется выяснением какие квадраты мы должны пройти, чтобы добраться от A до B. Реализация алгоритма формирует два списка: открытый список квадратов, которые рассматриваются как потенциальные кандидаты для следующего шага, и закрытый список, квадраты которые уже подверглись оценке и не требуют дальнейшего рассмотрения. Начальная точка A помещается в закрытый список. Затем рассматриваются смежные квадраты, доступные для прохождения. Ключом к определению того, какие квадраты использовать при определении пути, является следующее уравнение:

$$F = G + H,$$

где F – стоимость потенциального квадрата в баллах;

G – стоимость перемещения из начальной точки в данный квадрат сетки;

H – предполагаемая стоимость перемещения для перемещения от данного квадрата к точке B.

Так шаг за шагом вычисляется наименьшая стоимость пути от начальной точки к конечной. Затем, чтобы определить путь, необходимо с конечного квадрата двигаться в обратном направлении. Это и будет наименее затратный путь от точки А к точке В.

2. Алгоритм прохождения лабиринта по «правилу правой руки»

Алгоритм прохождения лабиринта по «правилу правой руки» означает, что робот должен двигаться, постоянно сохраняя определённое расстояние до правой боковой стены. При появлении преграды спереди роботу необходимо повернуть налево [25].

При сканировании пространства, серводвигатель ультразвукового датчика поворачивается на определённый угол и выполняет измерение. Система получает данные об угле и расстоянии до препятствия или максимальной дальности датчика. Длина векторов до препятствий будет короче, чем длина векторов, где сигнал не отразился от препятствия. Программа преобразует каждый вектор в координаты (x, y) относительно робота и вычисляет составную сумму векторов. Составной вектор будет указывать в сторону от обнаруженного препятствия [26].

Алгоритм формирует модель прямоугольного треугольника, где измерения ультразвукового датчика определяют длины сторон, противоположных и смежных с углом α , величина которого рассчитана таким образом, чтобы следовать вдоль стены на фиксированном от неё расстоянии D . Угол вектора (x_1, y_1) всегда один и тот же, а его длина связана с текущим расстоянием до стены.

3. Алгоритм «автономный поиск пути в лабиринте»

При разработке данного алгоритма использовался метод гистограммы векторного поля (VFH). Этот метод позволяет получать информацию о ближайших объектах вокруг робота. Формируется двумерная сетка координатных точек, несущих информацию об окружающей среде робота, и составляется полярная гистограмма, позволяющая определить направление и дальность до препятствия [27]. Данный метод учитывает габариты робота.

При работе по данному алгоритму данные об окружающей среде поступают от ультразвукового датчика, который сканирует область вокруг робота в диапазоне от -65° до $+65^\circ$ с шагом сканирования 4° . Выбор возможного направления движения осуществляется с учётом наличия стен и разрывов между ними на пути робота. Для этого происходит анализ точек, полученных на выходе ультразвукового датчика. Формируется два массива данных x, y (дистанций и углов до стен лабиринта и разрывов между ними). Блок установки скорости вращения колёс, на основании полученной информации, вычисляет состояние каждого колеса и устанавливает необходимые параметры для управления рулевой рамой робота. Для робота с дифференциальным приводом таковыми является входной массив данных, имеющий три значения:

- x_dot – боковая скорость, равная «0»;
 - y_dot – скорость движения вперёд;
 - $theta_dot$ – угловая скорость.
1. Считывание массива расстояний до стен Q_i и массива соответствующих углов A_i .
 2. Определение местоположения робота относительно стен и разрывов между ними:
 - a. если в массиве существует элемент $Q_i > Q_p$ (пороговое значение равно 0,22), то подаётся «0», что означает начало свободной зоны;
 - b. иначе подаётся «1», что означает наличие стены.
 3. Вычисление размера свободной зоны D :
 - a. если $D > W_r$ (ширина робота, равная 368 мм), то в блок управления устанавливаются параметры для движения робота в свободную зону;
 - b. иначе переход к шагу 2.b и установка параметров рулевой рамы робота на движение от стены.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Алгоритмы прохождения лабиринта по «правилу правой руки» и «автономного поиска пути в лабиринте» были испытаны в лаборатории теоретических проблем информатики и ее приложений на базе аппаратной платформы DaNI 2.0 компании National Instruments.

В ходе выпускной квалификационной работы были решены следующие задачи:

- изучены технические характеристики и принципы работы датчиков робота DaNI 2.0;
- разработаны алгоритмы решения задач прохождения лабиринта по «правилу правой руки» и «автономного поиска пути в лабиринте»;
- программно реализованы алгоритмы прохождения лабиринта по «правилу правой руки» и «автономного поиска пути в лабиринте» в графической среде программирования LabVIEW.

Таким образом, поставленные цель и задачи выпускной квалификационной работы выполнены полностью.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Основы робототехники [Электронный ресурс] // Портал знаний об искусственном интеллекте. URL:<https://www.neuronus.com/theory/robo/631-osnovy-robototekhniki.html/> (дата обращения 06.05.2019). Загл. с экрана.
- 2 Роботы, лабиринты и архитектура поглощения [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «Интерфейс». URL:<http://www.interface.ru/home.asp?artId=18013/> (дата обращения 14.05.2019). Загл. с экрана.
- 3 Википедия [Электронный ресурс] // Свободная энциклопедия. URL:<https://ru.wikipedia.org/wiki/Робот/> (дата обращения 25.04.2019) Загл. с экрана.
- 4 VEX Robotics [Электронный ресурс] // Официальный сайт ООО «Экзамен-Технолаб». URL:http://vex.examen-technolab.ru/lessons/unit_2_introduction/ (дата обращения 28.04.2019) Загл. с экрана.
- 5 Роботы в человеческом обществе [Электронный ресурс] // Хабр – русскоязычный сайт в формате блога URL:<https://habr.com/ru/company/unet/blog/337902/> (дата обращения 15.03.2019) Загл. с экрана.
- 6 Международная ассоциация спортивной и образовательной робототехники [Электронный ресурс] // Официальный сайт Российской ассоциации образовательной робототехники. URL: <http://raor.ru/> (дата обращения 20.03.2019) Загл. с экрана.
- 7 Международные состязания роботов [Электронный ресурс] // Сайт по организации соревнований по робототехнике. URL: <http://wroboto.ru/index/> (дата обращения 10.04.2019) Загл. с экрана.
- 8 Соревнования роботов «Лабиринт» [Электронный ресурс] // Сайт Рубцовского индустриального института АлтГТУ. URL: <https://www.rubinst.ru/news/4270-sorevnovaniya-robotov-labirint/> (дата обращения 15.04.2019) Загл. с экрана.

- 9 Конференция «Роботы в бизнесе» [Электронный ресурс] // Сайт Robotics Expo. URL:<https://robot-ex.ru/ru/conference/> (дата обращения 26.04.2019) Загл. с экрана.
- 10 IV Международная практическая конференция по робототехнике «Робосектор» [Электронный ресурс] // Научно-популярный портал «Занимательная робототехника». URL:<http://edurobots.ru/event/robosektor-conf-29-marta-2018-moskva/> (дата обращения 03.05.2019) Загл. с экрана.
- 11 Международная практическая конференция [Электронный ресурс] // Сайт Робосектор. URL:<http://www.robosector.ru/> (дата обращения 10.05.2019) Загл. с экрана.
- 12 Три поколения роботов и области их применения [Электронный ресурс] // Студенческие реферативные статьи и материалы. URL:https://m.studref.com/478178/tehnika/pokoleniya_robotov_oblasti_primeneniya/ (дата обращения 11.05.2019) Загл. с экрана.
- 13 Поколения промышленных роботов [Электронный ресурс] // Сайт Студопедия. URL: <https://studopedia.org/9-28779.html/> (дата обращения 15.05.2019) Загл. с экрана.
- 14 Три поколения роботов [Электронный ресурс] // Новости по робототехнике. URL: <http://roboticslib.ru/books/item/f00/s00/z0000026/st004.shtml/> (дата обращения 17.05.2019) Загл. с экрана.
- 15 Разновидности роботов и их классификация [Электронный ресурс] // Студенческий научный форум 2013. URL: <https://scienceforum.ru/2013/article/2013007705> (дата обращения 18.05.2019) Загл. с экрана.
- 16 Прохождение лабиринта: правила и алгоритмы [Электронный ресурс] // URL:www.myrobot.ru/articles/logo_mazesolving.php / (дата обращения 15.05.2019). Загл. с экрана.
- 17 Робот проходящий лабиринты [Электронный ресурс] // Сайт «В гостях у самоделкина». URL: <https://usamodelkina.ru/7055-robot-prohodyaschiy-labirinty.html/> (дата обращения 20.05.2019) Загл. с экрана.

- 18 Алгоритмы построения и прохождения лабиринтов [Электронный ресурс] // ZXPRESS – Журналы, газеты и книги. URL: <http://zxpress.ru/article.php?id=1782/> (дата обращения 13.04.2019) Загл. с экрана.
- 19 Алгоритм Дейкстры нахождения кратчайшего пути [Электронный ресурс] // Сайт Елены Вставской о программировании. URL: <https://prog-cpp.ru/deijkstra/> (дата обращения 21.05.2019) Загл. с экрана.
- 20 Обход препятствий: волновой алгоритм (Алгоритм Ли) [Электронный ресурс] // Блог о разработке игр и серверных технологиях. URL: <https://suvitruf.ru/2012/05/13/1176/volnovo-j-algoritm-algoritm-li/> (дата обращения 22.05.2019) Загл. с экрана.
- 21 Алгоритм A* [Электронный ресурс] // Блог разработчиков. URL: <https://vitalissius.github.io/A-Star-Pathfinding-for-Beginners/> (дата обращения 22.05.2019) Загл. с экрана.
- 22 National Instruments [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании National Instruments. URL: <http://www.ni.com/> (дата обращения 24.04.2019). Загл. с экрана. Яз. англ. рус.
- 23 Знакомьтесь LabVIEW [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании National Instruments. URL: <http://www.ni.com/ru-ru/shop/labview.html> (дата обращения 25.05.2019) Загл. с экрана.
- 24 Ознакомление с модулем LabVIEW Robotics [Электронный ресурс] // Студфайл – файловый архив студентов. URL: <https://studfiles.net/preview/5828339/> (дата обращения 15.04.2019) Загл. с экрана.
- 25 Робот для состязаний: выход из лабиринта [Электронный ресурс] // Робототехника для школ и ВУЗов Нижнего Новгорода. URL: <http://nnxt.blogspot.com/2011/02/i.html> (дата обращения 22.04.2019) Загл. с экрана.
- 26 Robotics Programming Study Guide [Электронный ресурс] // Kansas State University – Polytechnic Campus. URL: http://www.faculty.salina.k-state.edu/tim/robotics_sg/index.html#robotics-programming-study-guide/ (дата обращения 26.04.2019). Загл. с экрана.

27 Mobile Robotics Experiments with DaNI [Электронный ресурс] // Dr. Robert King Colorado School of mines. URL: http://download.ni.com/pub/gdc/epd/mobile_robotics_experiments.pdf/ (дата обращения 25.04.2019). Загл. с экрана.