

Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования  
города Костромы центр творческого развития «Академия»

## **ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ИТОГОВЫЙ ПРОЕКТ**

на тему  
«Роботы Роберт и Иннокентий»

Автор проекта:  
ученица 11 класса  
МБОУ «Лицей 17»  
Егорова Наталья, 18 лет  
г. Кострома, Российская Федерация

Руководитель проекта: педагог дополнительного образования  
Улыбышев Сергей Константинович

Кострома, 2018

## Основная часть

### 1. Истоки возникновения лабиринтов

Происхождение задач о лабиринтах относится к глубокой древности и теряется во мраке легендарных сказаний. Дети древних греков и римлян уже увлекались такими задачами. Это доказывает сохранившийся на стене одного из домов Помпеи детский рисунок лабиринта и надпись возле него на латинском языке: "Лабиринт. Здесь живет Минотавр".

Древние задачу о лабиринтах считали вообще неразрешимой. Человек, попавший в лабиринт, не мог уже из него выйти, если только какое-либо чудо или случай не приходили ему на помощь.

Возникшее на заре истории, первые изображения лабиринта обнаружены в верхнем палеолите 38. 000 лет до н.э., простое изображение лабиринта с петляющими дорожками было знакомо многим культурам. Неизвестно, какой народ придумал его первым. Где бы ни жил человек, в Перу или Швеции, в Англии или России, он представляет один образ: путаные дорожки, ложные ходы и тупики, долгожданный выход, который трудно найти[1].

Многие ученые и мыслители всех времен задавались вопросом: возможно ли пройти лабиринт? Современная наука знает множество способов прохождения различных лабиринтов, ведь мы встречаем их и в своей повседневной жизни в сплетении городских улиц, в коридорах зданий.

### 2. Алгоритмы прохождения лабиринтов

Изучая различные методы прохождения лабиринтов, были выделены основные и часто используемые, с помощью которых возможно пройти всевозможные лабиринты, имеющие выход.

#### Метод одной руки (приложение I)

Существует очень простой способ входить в любой лабиринт, не боясь в нем заблудиться. Пользуясь этим правилом, можно всегда найти обратный выход из всякого лабиринта, как бы запутаны ни были его переходы. Вот в чем состоит правило безопасного блуждания в лабиринтах[1]:

Надо ходить по лабиринту, все время касаясь его стенки одной и той же рукой. Это значит, что при входе в лабиринт вы должны коснуться его стенки одной рукой (правой или левой) и во все время блуждания в нем продолжать касаться стенки той же самой рукой.

«Правило одной руки» имеет и свои неудобства. Пользуясь им, можно войти в любой лабиринт и наверняка выйти из него. Но это не значит, что вы обойдете все закоулки лабиринта, вы побываете только в тех местах, стенки которых связаны с наружной стеной лабиринта,- составляют ее продолжение. Но вы пройдете мимо тех участков, стенки которых не имеют связи с наружными стенками[5].

### **Метод Монте-Карло**

Метод Монте-Карло получил свое название в 1949 году, когда в свет вышла статья Метрополиса и Улама «Метод Монте-Карло». Название метода происходит от названия города в княжестве Монако, широко известного своими многочисленными казино. Можно сказать, что под методами Монте-Карло понимается группа численных методов, основанных на получении большого числа реализаций случайного процесса, который формируется таким образом, чтобы его вероятностные характеристики совпадали с аналогичными величинами решаемой задачи[2].

Применяя этот метод для лабиринтов, его можно описать так: входя в лабиринт, двигаемся прямо до тех пор, пока на пути нет препятствий, дойдя до развилки, поворачиваем в произвольном направлении. Пользуясь таким методом, до выхода можно добраться как за считанные минуты, так и за достаточно большой промежуток времени.

### **Математический метод (поиск в ширину, поиск в глубину) (приложение II)**

*Поиск в ширину* работает путём последовательного просмотра отдельных уровней графа, начиная с узла-источника . Рассмотрим все рёбра , выходящие из узла. Если очередной узел является целевым узлом, то поиск завершается; в противном случае узел добавляется в очередь. После того, как будут проверены все рёбра, выходящие из узла , из очереди извлекается следующий узел , и процесс повторяется.

Если длины рёбер графа равны между собой, поиск в ширину является оптимальным, то есть всегда находит кратчайший путь. В случае взвешенного графа поиск в ширину находит путь, содержащий минимальное количество рёбер, но не обязательно кратчайший[2].

*Поиск в глубину* один из методов обхода графа. Стратегия поиска в глубину, как и следует из названия, состоит в том, чтобы идти «вглубь» графа, насколько это возможно. Алгоритм поиска описывается рекурсивно: перебираем все исходящие из рассматриваемой вершины рёбра. Если ребро ведёт в вершину, которая не была рассмотрена ранее, то запускаем алгоритм от этой нерассмотренной вершины, а после возвращаемся и продолжаем перебирать рёбра. Возврат происходит в том случае, если в рассматриваемой вершине не осталось рёбер, которые ведут в нерассмотренную вершину.

Если после завершения алгоритма не все вершины были рассмотрены, то необходимо запустить алгоритм от одной из нерассмотренных вершин[2,5].

### **Метод меток (метод зачеркивания тупиков) (приложение Ш)**

Если имеется план лабиринта, то выход из любой его точки можно найти с помощью метода зачеркивания тупиков, который подразумевает, что надо зачеркнуть карандашом все тупиковые ходы. Этот метод получил название метода зачеркивания тупиков. Не зачеркнутая часть коридоров будет выходом или маршрутом от входа к выходу. Недостаток этого метода состоит в том, что для того, чтобы применить его для прохождения лабиринта, необходимо иметь план лабиринта, поэтому этот метод применим лишь для малого количество лабиринтов.

Также этот метод можно применять, находясь, непосредственно, в лабиринте. Его можно встретить на страницах рассказов о Томе Сойере. Входя в лабиринт и приходя к очередной развилки, ставится метка. Таким образом, вернувшись к этой метке вновь, будет отмечен путь, по которому мы уже проходили.

## **3. Обоснование выбора компонентов**

### **Roborobo**

Комплект для конструирования и моделирования Roborobo представляет собой оптимальный набор, который позволяет организовать обучение основам робототехники. Программное обеспечение имеет графический интерфейс, среду программирования посредством «Иконок» - картинок доступных пониманию даже для новичков, не требующая знаний языков программирования, а лишь начальных знаний алгоритмизации и алгебры-логики. Программное обеспечение позволяет выполнять много функций, таких как WHILE, IF, BREAK, LOOP. Концепция сборки выполнена в виде блок-схемы. «Сердцем» конструктора является управляющий блок на базе микроконтроллера ATmega 8[4].

### **Коллекторный двигатель**

Строго говоря, универсальный *коллекторный электродвигатель* является коллекторным электродвигателем постоянного тока с последовательно включенными обмотками возбуждения (статора), оптимизированным для работы на переменном токе бытовой электрической сети. Такой тип двигателя независимо от полярности подаваемого напряжения вращается в одну сторону, так как за счёт последовательного соединения обмоток статора и ротора смена полюсов их магнитных полей происходит одновременно и результирующий момент остаётся направленным в одну сторону[7].

### **ИК датчик**

Принцип работы *ИК датчика* основан на отслеживании уровня инфракрасного излучения в поле зрения датчика. Сигнал на выходе датчика монотонно зависит от уровня ИК излучения, усредненного по полю зрения датчика. При появлении препятствия на выходе пироэлектрического датчика повышается напряжение. Для того чтобы определить, на каком расстоянии находится препятствие, в датчике используется оптическая система – линза Френеля. По мере приближения источника ИК-излучения к препятствию, оно улавливается и фокусируется разными сегментами оптической системы, что формирует несколько последовательных импульсов. В зависимости от установки чувствительности датчика, для выдачи итогового сигнала на пироэлемент датчика должно поступить 2 или 3 импульса[6,8].

### **ИК приемник, ИК пульт управления**

*ИК пульт управления и ИК приемник* – два связанных между собой элемента, осуществляющие дистанционное управление. ИК приемник находится непосредственно на управляемом устройстве, а ИК пульт находится у «водителя». В программе подключения этих двух элементов указывается частота (Гц) ИК излучения для каждой из кнопок пульта с помощью которых будет осуществляться управление. Так, подавая сигнал определенной кнопкой, мы даем команду на выполнение определенного действия[7].

### **Сервопривод**

*Сервопривод* - привод с управлением через отрицательную обратную связь, позволяющую точно управлять параметрами движения.

Сервоприводом является любой тип механического привода, имеющий в составе датчик положения, скорости или усилия, а так же блок управления приводом (электронную схему или механическую систему тяг), автоматически поддерживающий необходимые параметры на датчике согласно заданному внешнему значению (положению ручки управления или численному значению от других систем)[6,8].

#### **4. Реализация**

После рассмотрения методов прохождения лабиринтов мы приступили к практической части, которую можно разделить на несколько отдельных этапов:

- Сборка прототипов устройств
- Адаптация метода прохождения лабиринтов на языке программирования, реализация алгоритма для создания лабиринта роботом
- Тестирование и калибровка программ

Сборка производилась с помощью одного комплекта RoboGo, в который входили все необходимые датчики и материалы. Цена одного набора на официальном сайте варьируется от 18000-22000 рублей. Причем одного набора было вполне достаточно для реализации обоих роботов. Также в наборе достаточно деталей для устранения неисправностей отдельных элементов роботов.

Изначально алгоритмы были представлены в виде блок-схемы, которые в последствие были переведены на язык программирования. (Приложение V, VI) Программирование осуществлялось в специализированной бесплатной программе RoGo.

Тестирование роботов проводилось на различных поверхностях и в зависимости от условий среды необходимо было редактировать программу для рисующего робота Иннокентия. На некоторых поверхностях линии созданного лабиринта искривлялись, но это не помешало роботу Роберту пройти его, ведь сам лабиринт не потерял своих основных свойств, т.е. сохранил вход и выход. Далее в ходе работы нами была обнаружена проблема в необходимости четких параметров линии (определенной толщины и глубины цвета) ввиду несовершенства используемого ИК датчика, в следствие чего было принято решение о создании собственного рисующего элемента, удовлетворяющего требованиям.

В итоге нам удалось добиться желаемых результатов и создать роботов, отвечающих поставленным к ним требованиям.

#### **5. Эксперимент (приложение IV)**

Для выбора оптимального метода прохождения лабиринта роботам был проведен эксперимент. Желаящим было предложено пройти лабиринт, который они до эксперимента не видели, любым способом, который они знают, цель была единственная – пройти его за максимально короткое время.

В эксперименте приняли участие 4 человека, двое из которых прошли лабиринт дважды.

Результаты эксперимента таковы: двое испытуемых проходили лабиринт с помощью метода Монте-Карло, их время составляет 0:42 и 0:39 секунд. Двое других выполняли задание методами правой и левой руки и прошли лабиринт за 1:38 и 2:32 минуты соответственно. При повторном прохождении лабиринта результаты испытуемых значительно сократились, так двумя испытуемыми задание было выполнено за 0:27 и 0:28 секунд. Из результатов эксперимента можно сделать вывод, что проходить лабиринт с помощью метода Монте-Карло можно достаточно быстро, но этот метод не гарантирует быстрого нахождения выхода, в отличие от правила правой (левой) руки, которые хоть и за больший промежуток времени (в некоторых случаях), приводит к выходу, но этот метод гарантирует нахождение выхода из любого лабиринта. Также, при прохождении лабиринта повторно, запомнив маршрут, испытуемые проходили лабиринт за более короткие промежутки времени.

Таким образом исходя из результатов эксперимента для написания программы для робота был выбран метод правой (левой) руки который обеспечивает прохождение любого лабиринта, пусть и не за кратчайшее время.

## **6. Тестирование прототипов устройств и их практическое применение**

### **Робот Роберт (Приложение VII)**

*Робот Роберт*-робот, проходящий лабиринт с помощью метода одной (левой) руки.

Его конструкция включает с себя следующие основные элементы:

1. Программируемая платформа RoboGo, являющаяся основным элементом в память которой загружена программа, движущая робота по лабиринту
2. ИК датчик с помощью которого робот «следит» за линией, находящейся слева от него, имитируя касание одной рукой стены лабиринта
3. Коллекторные двигатели
4. Соединительные провода

### **Робот Иннокентий (Приложение VIII)**

*Робот Иннокентий*-робот, создающий лабиринт с помощью рисующего элемента (маркера), соединенного с сервоприводом, который поднимает и опускает рисующий элемент, давая возможность продолжить движение, не оставляя за собой линии.

Робот Иннокентий состоит из следующих деталей конструкции:

1. Программируемая платформа RoboGo, в память которой также записана программа для автономного создания лабиринта.
2. ИК пульт управления, с которого дистанционно подаются сигналы.

3. ИК приемник, декодирующий сигналы с пульта управления и подающий команды коллекторным двигателям.
4. Коллекторные двигатели.
5. Сервопривод, поднимающий, упускающий и фиксирующий положение рисующего элемента.
6. Соединительные провода.

В ходе работы были разработаны опытные образцы работающих устройств, удовлетворяющие, поставленной к исследовательской работе, цели.

Для демонстрации и тестирования робота Роберта были созданы две трассы: круговая трасса для отработки программы прохождения лабиринтов, а также участок лабиринта.

Также в ходе исследовательской работы был собран и протестирован робот Иннокентий, робот способный создавать лабиринты, как автоматизировано, так и с помощью дистанционного управления. С его основная задача-создание лабиринтов по заданной программе.

## **7. Применение**

Подобные роботы могут применяться как в повседневной жизни, так и в космических исследованиях как отдельный модуль спускаемых аппаратов или в составе основного спускаемого аппарата. Основное преимущество подобных роботов: простота сборки, точность работы и низкая себестоимость, при этом они способны выполнять множество задач, таких как[3]:

1. Исследование поверхностей планет и их спутников.
2. Создание планов ландшафта, построение оптимального маршрута для перемещения по поверхности небесного тела.
3. Оптимизация работы спускаемых аппаратов за счет снижения потребления энергии на перемещение по поверхности к назначенной точке.
4. Построение плана рельефа дистанционно.
5. Возможность изучения дальних планет и спутников без использования дополнительных средств и человеческих ресурсов.

Использование роботов для освоения и колонизации космоса – важная техническая задача, которую можно решить с использованием относительно простых систем автоматизации и при этом с небольшими затратами на их создание.



## 8. Заключение

Появление и развитие микроконтроллеров полностью изменило возможности современной техники. Она стала более функциональной, более умной и при этом дешевой. Возможности микроконтроллеров используются как в обычной жизни, так и в современной науке для оптимизации человеческого труда в энергозатратной, но при этом элементарной вычислительной работе. Использование микроконтроллера во многом упростило работу устройств и при этом сделала ее более эффективной.

Использование микроконтроллера при создании робота было обусловлено его компактностью и при этом многофункциональностью. RoboGo способен выполнять относительно простые задачи с высокой скоростью. Его ресурсов достаточно для осуществления необходимых операций, а его преимущество перед ЭВМ заключается в его быстродействии, что позволяет оптимизировать процесс и время прохождения лабиринта.

Создать робота, способного проходить любой лабиринт возможно, что подтверждает выдающийся математик XVIII века Эйлер. Произведенные им исследования привели к заключению, что нет безвыходных лабиринтов, ведь каждый лабиринт можно представить в виде графа, а значит и дойти от начальной точки к конечной по его ребра.

Для дальнейшего освоения дальнего космоса нам просто необходимо использовать роботов, их работа практически не зависит от внешних факторов среды, является субъективной, быстрой и точной. Карты и планы ландшафтов представляют большую научную ценность, чем фотографии, ведь гораздо точнее отражают особенности рельефа.

### Список использованной литературы

1. Сайт Hintfox.com [Электронный ресурс]. URL: <http://hintfox.com> (дата обращения 05.12.2017).
2. Сайт Mathstyle [Электронный ресурс].URL:<http://www.mathstyle.org> (дата обращения 27.11.2017).
3. Сайт Хабрахабр, [Электронный ресурс].URL: <http://habrahabr.ru> (дата обращения 02.12.2017).
4. Сайт ARDUINO [Электронный ресурс].URL: [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc) (дата обращения 04.11.2017).
5. Сайт Свободная энциклопедия Википедия, [Электронный ресурс].URL: <http://wikipedia.org/> (дата обращения 07.11.2017).
6. Сайт Arduino.ru, [Электронный ресурс].URL: <http://arduino.ru> (дата обращения 15.11.2017).
7. Сайт Паяльник [Электронный ресурс].URL: <http://сhem.net> (дата обращения 27.11.2017).
8. Сайт Амперка, [Электронный ресурс].URL: <http://amperka.ru> (дата обращения 09.10.2017).