

Список литературы

1. Айзинов С.Д. Теоретические и методические основы создания экспертной системы по оценке эффективности морских тренажеров: на примере тренажеров ГМССБ: автореф. дисс. – Санкт-Петербург, 2007.
2. Московская государственная академия водного транспорта. Историческая справка. Москва, 2016.
3. Петухов Р.М. Оценка эффективности промышленного производства (Методы и показатели). – М.: Экономика, 1990. – 94 с.

Сведения об авторе:

Соклакова София Юрьевна – студент, ГУМРФ им. С.О.Макарова, г. Санкт-Петербург.

УДК 004.75

<https://doi.org/10.26160/2541-8637-2020-5-30-33>

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВОГО МАРШРУТА ТРАНСПОРТА НА БАЗЕ ДАТЧИКОВ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ

Астафев А.В., Демидов А.А., Демидова У.А.

Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, г.Муром

Ключевые слова: Bluetooth 5.0, Bluetooth Low Energy, ibeacon, MPU-6050, навигация, инерциальные датчики, цифровая карта.

Аннотация. Развитие разнообразных датчиков привело к увеличению круга задач, которые можно решить с их помощью. В статье рассматривается позиционирование и распознавание движущегося транспорта, описывается алгоритм работы с датчиком Bluetooth 5.0 b и модуля MPU-6050, разрабатывается алгоритм построения цифрового маршрута.

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR CONSTRUCTING A DIGITAL TRANSPORT ROUTE BASED ON INERTIAL NAVIGATION SENSORS

Astafev A.V., Demidov A.A., Demidova U.A.

Murom Institute (branch) of Vladimir state University named after Alexander Grigoryevich and Nikolai Grigoryevich Stoletov, Murom

Keywords: Bluetooth 5.0, Bluetooth Low Energy, ibeacon, MPU-6050, navigation, inertial sensors, digital map.

Abstract. The development of various sensors has led to an increase in the range of tasks that can be solved with their help. This article discusses the positioning and recognition of moving vehicles, describes the algorithm for working with the Bluetooth 5.0 b sensor and the MPU-6050 module, and develops an algorithm for constructing a digital route.

В связи с развитием разновидностей датчиков появились устойчивые методы позиционирования и алгоритмы управления государственно-промышленных средств, параллельно вырос спрос на использование данных датчиков в сфере роботизированной промышленности, которая в свою очередь может решить частичную проблему низкой производительности труда.

В связи с дефицитом трудоспособных кадров, численность населения трудоспособного возраста к 2035 году сократиться. Когда значительная часть сотрудников уйдет на пенсию и не будет восполнена молодежью, задача об использовании возможности организации производства на современном уровне с минимальным участием человеческих факторов встанет на первое место.

В наше время модули Bluetooth и MPU-6050 стали более доступными. Основными назначениями этих датчиков является предоставление информации об уровне сигнала до Bluetooth Low Energy (BLE) – маяков и определения ориентации устройства в пространстве.

Цель работы: разработка алгоритма построения цифрового маршрута транспорта на базе датчиков инерциальной навигации.

Выполнения работы можно условно разделить на 2 этапа:

1. Разработка алгоритма построения цифровой карты.
2. Разработка алгоритма построения цифрового маршрута транспорта.
3. Проведение экспериментального исследования.

Проектирование цифрового маршрута начинается с конструирования пакета данных, в котором будет храниться данные, собранные с BLE-маяков для определения мест остановки и данные гироскопа, которые в свою очередь определит направление транспорта в пространстве и обеспечит контроль прямолинейного движения транспорта.

Для получения данных от BLE-маяков для позиционирования необходимо:

1. Инициализируем работу с модулем Bluetooth.
2. Получить список BLE-устройств в зоне сканирования.
3. Отберем устройства, работающие по технологии iBeacon с помощью проверки наименования получаемого пакета данных, при получении совпадений обрабатываем пакет данных, выделив UUID и RSS.
4. Получить список “наших” BLE-маяков с UUID и RSS.

Для получения данных с модуля MPU-6050 для определения направления транспорта в пространстве необходимо:

1. Подключим и инициализируем модуль MPU-6050 (рисунок 2);
2. Запрашиваем и обрабатываем пакета данных (символы с 43 по 44 – ось x, с 45 по 46 – ось y, с 47 по 48 – ось z);
3. Рассчитаем и получим градусы поворота от оси (рисунок 1).

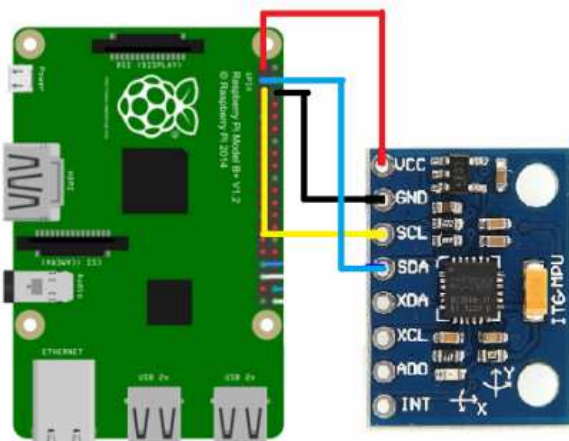


Рис. 1. Формулы расчета осей

$$x = \frac{d}{dt} \theta_x^{gyro} \quad (1)$$

$$y = \frac{d}{dt} \theta_y^{gyro} \quad (2)$$

$$z = \frac{d}{dt} \theta_z^{gyro} \quad (3)$$

Рис. 2. Схема подключения

После получения данных, разрабатываем цифровую карту закрытого помещения, а также получаем маршрут движения и остановок транспорта. На рисунке 3 построен пример цифровой карты и маршрута транспорта, маршрут начинается с точки останова 1 до точки останова 2, транспорт движется точно по линии цифрового маршрута в направлении 127°C от севера. Транспортное средство остановиться в точке останова 2 в том случае, когда показания ближайших трех BLE-маяков будут совпадать с показаниями, заложенными в реестре. В случае получения заложенных показаний BLE-маяков, транспорт остановиться на месте остановки 2 и произведет вращательное движение в поиске координат направления, а именно в поиске 217°C от севера из получаемых данных с модуля MPU-6050. При найденном градусе направления транспорт произведет движение вперед, держа нужное направление, сравнивая с данными MPU-6050, поэтому же алгоритму проходим точки останова 3 в 4, 4 в 1, в дальнейшем меняется только показания BLE-маяков и гироскопа.

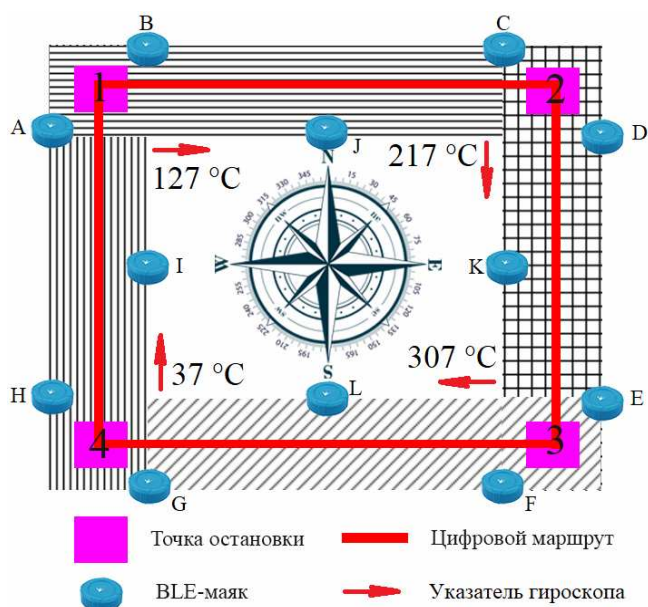


Рис. 3. Цифровая карта

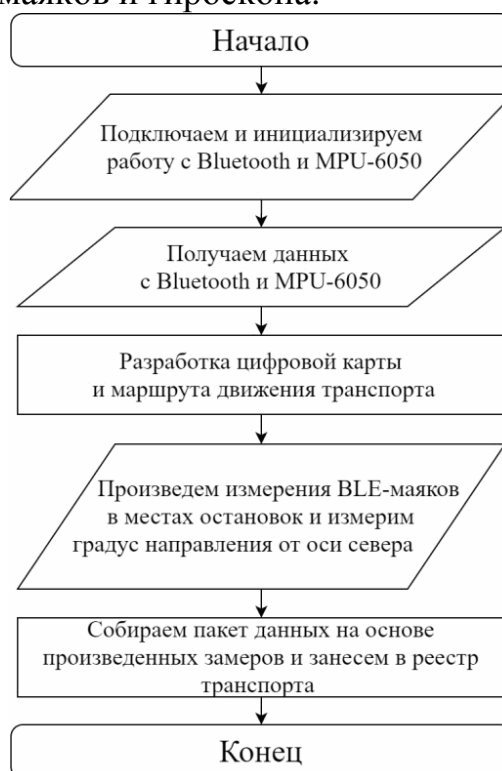


Рис. 4. Алгоритм разработки

Экспериментальные исследования разработанного алгоритма содержали следующую последовательность построения экспериментального стенда:

1. Снабжение закрытого помещения двенадцатью BLE-маяками.
2. Определение точек остановки (обозначено 4 точки с шагом в 45 метров).
3. Определение направления в пространстве относительно данных гироскопа.
4. Измерение расстояний от всех маяков до всех остановок.
5. Измерение направления в пространстве от 1 точки остановки до 2.

Проведение замеров по всем измерениям с использованием разработанного программного обеспечения. Полученные результаты представлены в виде таблицы 1.

Табл. 1. Результаты экспериментального исследования

	1 остановка	2 остановка	3 остановка	4 остановка
Метка А	-61	-93		-91
Метка В	-61	-91		-93
Метка С	-91	-61	-93	
Метка D	-93	-61	-91	
Метка E		-91	-61	-93
Метка F		-93	-61	-91
Метка G	-93		-91	-61
Метка H	-91		-93	-61
Метка I	-81			-81
Метка J	-81	-81		
Метка K		-81	-81	
Метка L			-81	-81
Гироскоп	127 □	217 □	307 □	217 □

Достигнуты следующие результаты по поставленным задачам.

1. Разработан алгоритм построения цифровой карты.
2. Разработан алгоритм построения цифрового маршрута транспорта.
3. Произведено экспериментальное исследование.

Список литературы

1. Астафьев А.В. Разработка алгоритма определения перемещений изделий между стеллажами на основе данных с их меток / А.В. Астафьев, А.А. Орлов, Д.Г. Привезенцев // Телекоммуникации. 2019. № 1. С. 7-15.
2. Astafiev A.V. Development of Indoor Positioning Algorithm Based on Bluetooth Low Energy beacons for Building RTLS-Systems / A.V. Astafiev, A.L. Zhiznyakov, D.G. Privezentsev // 2019 International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2019, September 2019, №8867751. DOI: 10.1109/RUSAUTOCON.2019.8867751
3. Астафьев А.В. Разработка алгоритма позиционирования мобильного устройства на основе сенсорных сетей из BLE-маяков для построения систем автономной навигации / А.В. Астафьев, А.А. Демидов, М.В. Макаров, Д.Г. Привезенцев // Всероссийская конференция ММРО-2019. Россия, г. Москва, 26-29 ноября 2019. С. 334-335.

Сведения об авторах:

Астафьев Александр Владимирович – к.т.н., доцент кафедры программной инженерии, МИВлГУ, г. Муром;

Демидов Антон Александрович – студент, МИВлГУ, г. Муром;

Демидова Ульяна Алексеевна – студент, МИВлГУ, г. Муром.