НИУ «МЭИ»
кафедра РМДПМ

тема выпускной квалификационной работы

Разработка программного обеспечения для управления движением мобильной платформы *KUKA youBot* по показаниям дальномера с использованием средств операционной системы *ROS*

Студент Зотов С.С.

Группа С-12-12

Руководитель: Адамов Б.И.

Цель работы

Организовать движение робота с постоянной скоростью вдоль линии, объезд одиночного препятствия и возврат на исходный курс при помощи лазерного дальномера и средств *Robot Operating System* (*ROS*).

Основные задачи

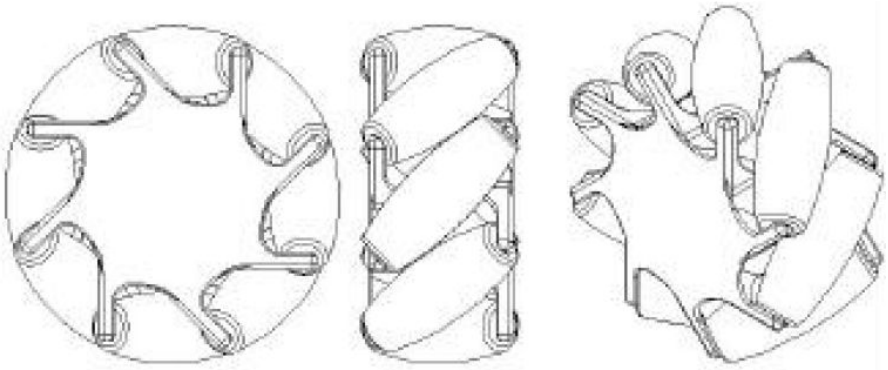
- Рассмотреть робот *KUKA youBot* и прилагаемое к нему программное обеспечение
- Разработать алгоритм объезда одиночного препятствия и возврата на курс

Объекты исследования

Объектами исследования данной работы являются робот *KUKA youBot,* лазерный дальномер *Hokuyo URG-04LX* и программное обеспечение для управления робототехническими системами *Robot Operating System (ROS)*

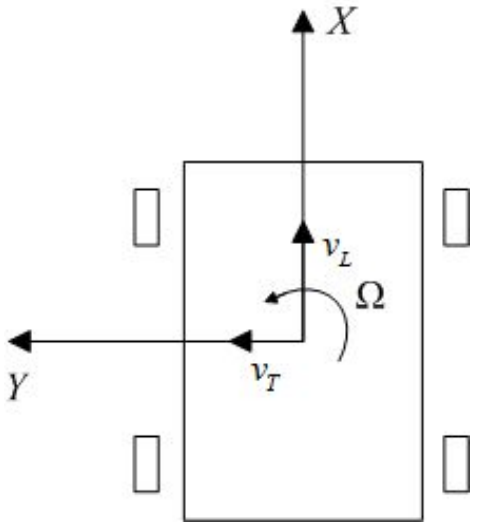
Всенаправленные колеса

Главное преимущество всенаправленных (*mecanum, sweedish*) колес заключается в том, что с их помощью платформа может перемещаться в плоскости не меняя своей ориентации. Таким образом, это позволяет делать маневры в стесненных условиях, например, складских, где обычные колеса оказываются неэффективными.



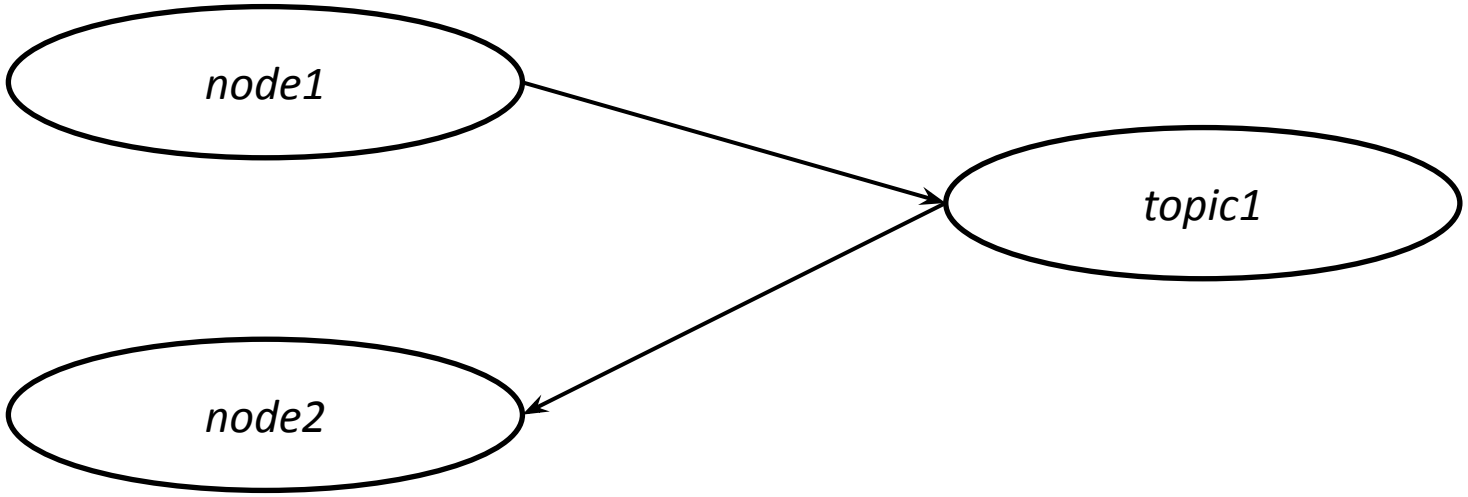
Управление платформой и *youBot API*

Для управления платформой используется интерфейс *youBot API*. Он позволяет управлять как каждым отдельным колесом, так и всей платформой сразу как абсолютно твердым телом на плоскости. Для этого требуется задать только три скорости: продольную (v_L), поперечную (v_T) и угловую (Ω) .



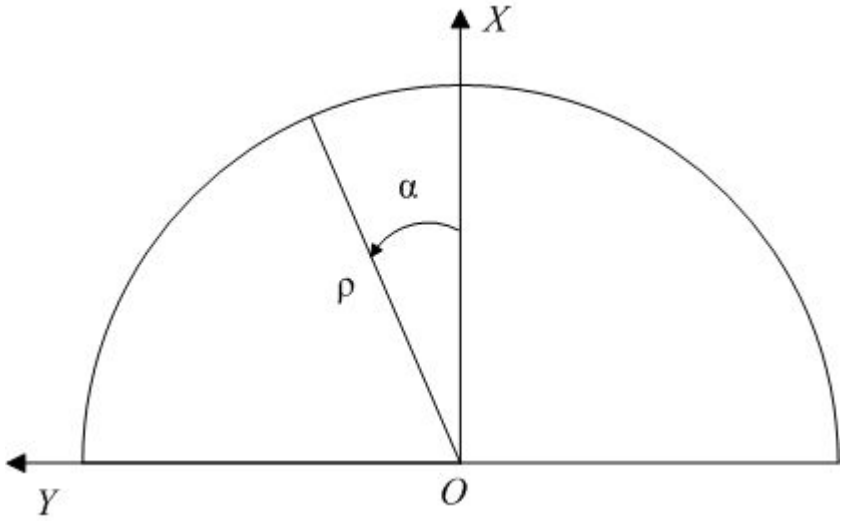
ROS и его структура

Robot Operating System (ROS) – это операционная система, предназначенная для управления роботами. *ROS* представляет собой сеть процессов (нодов, англ. *node*), объединенных внутренней системой передачи данных. Все данные публикуются при помощи мастер-сервиса *roscore* в потоки, называемые топиками (англ. *topic)*.



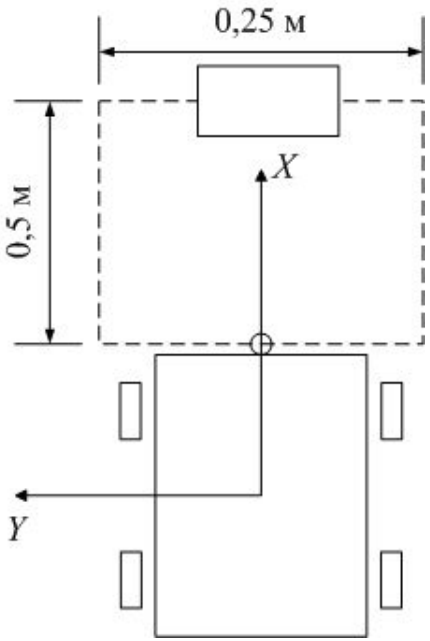
Работа с дальномером

Лазерный дальномер *Hokuyo URG-04LX-UG01* предоставляет данные измерений в следующем виде: минимальный и максимальный угол измерений (рад), угловой шаг измерений (рад), время полного измерения и время между измерениями на каждом шагу (с), массив измеренных расстояний (м). Для каждого значения массива расстояний (ρ) можно восстановить соответствующий ему угол (α).



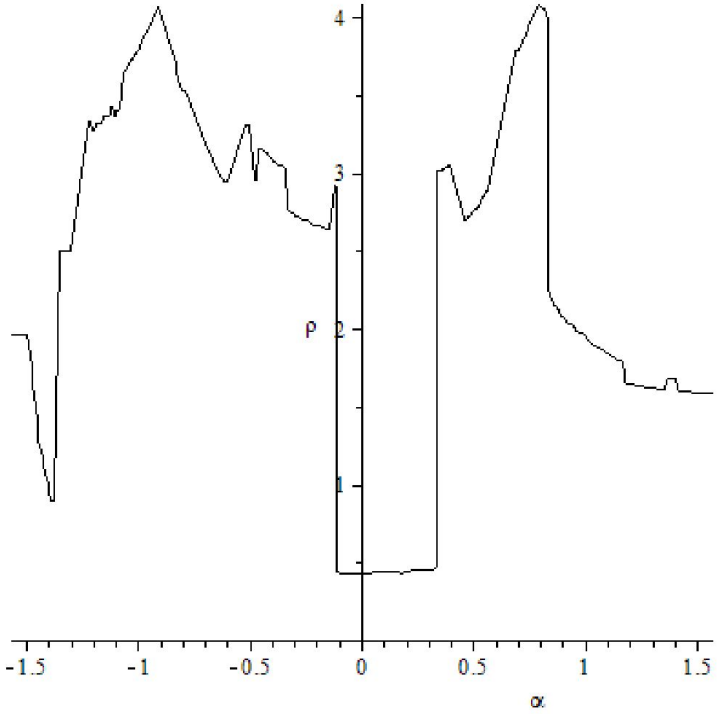
Алгоритм обнаружения препятствия

Все точки, полученные с дальномера проверяются на принадлежность к некоторой прямоугольной области перед роботом. Если таковые имеются, то определяются координаты его границ по некоторому критерию.



Критерий выделения границ препятствия

Данные с дальномера можно представить в виде графика:



Из него видно, что в окрестностях крайних точек препятствия, возникает резкое изменение измеряемого расстояния при малом изменении угла. На основе этого определяются их координаты.

Постановка задачи объезда препятствия

Требуется, чтобы платформа *1* двигалась вдоль прямой линии *2* с постоянной скоростью, используя показания дальномера *3,* установленного спереди платформы, для поиска препятствия *4*, и при его обнаружении выполняла маневр объезда с возвращением на линию *2.*

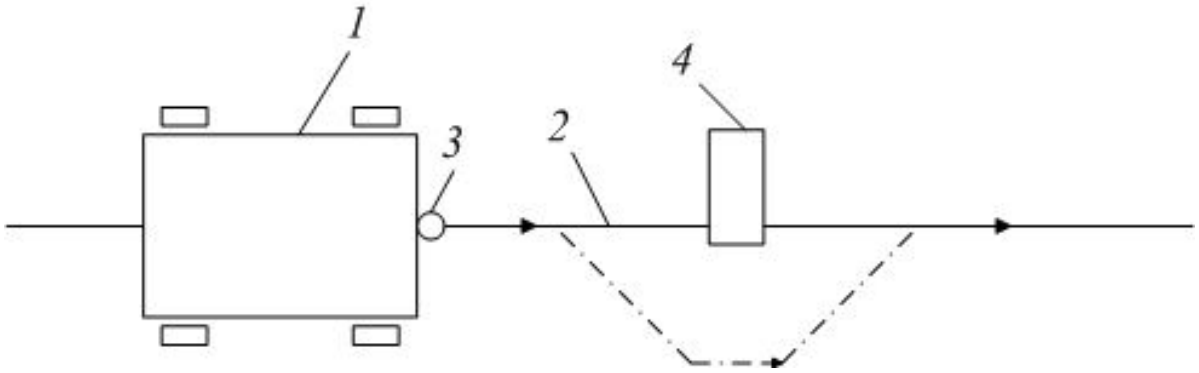
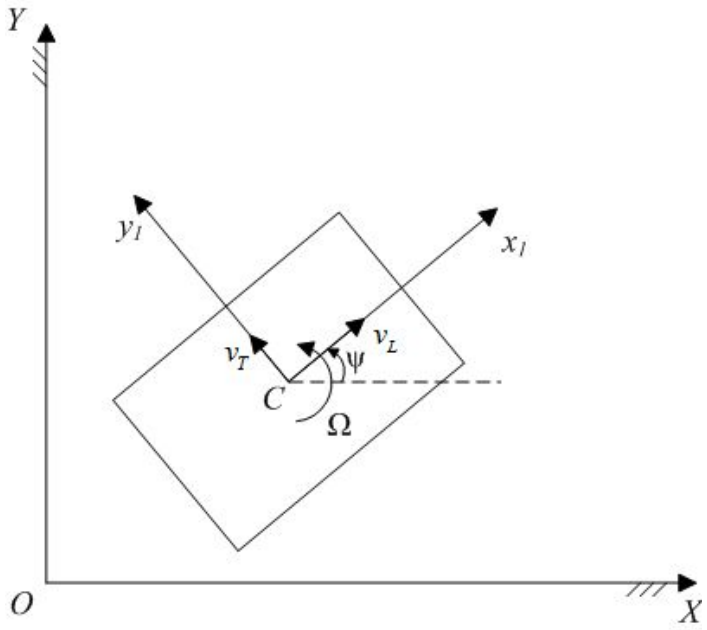


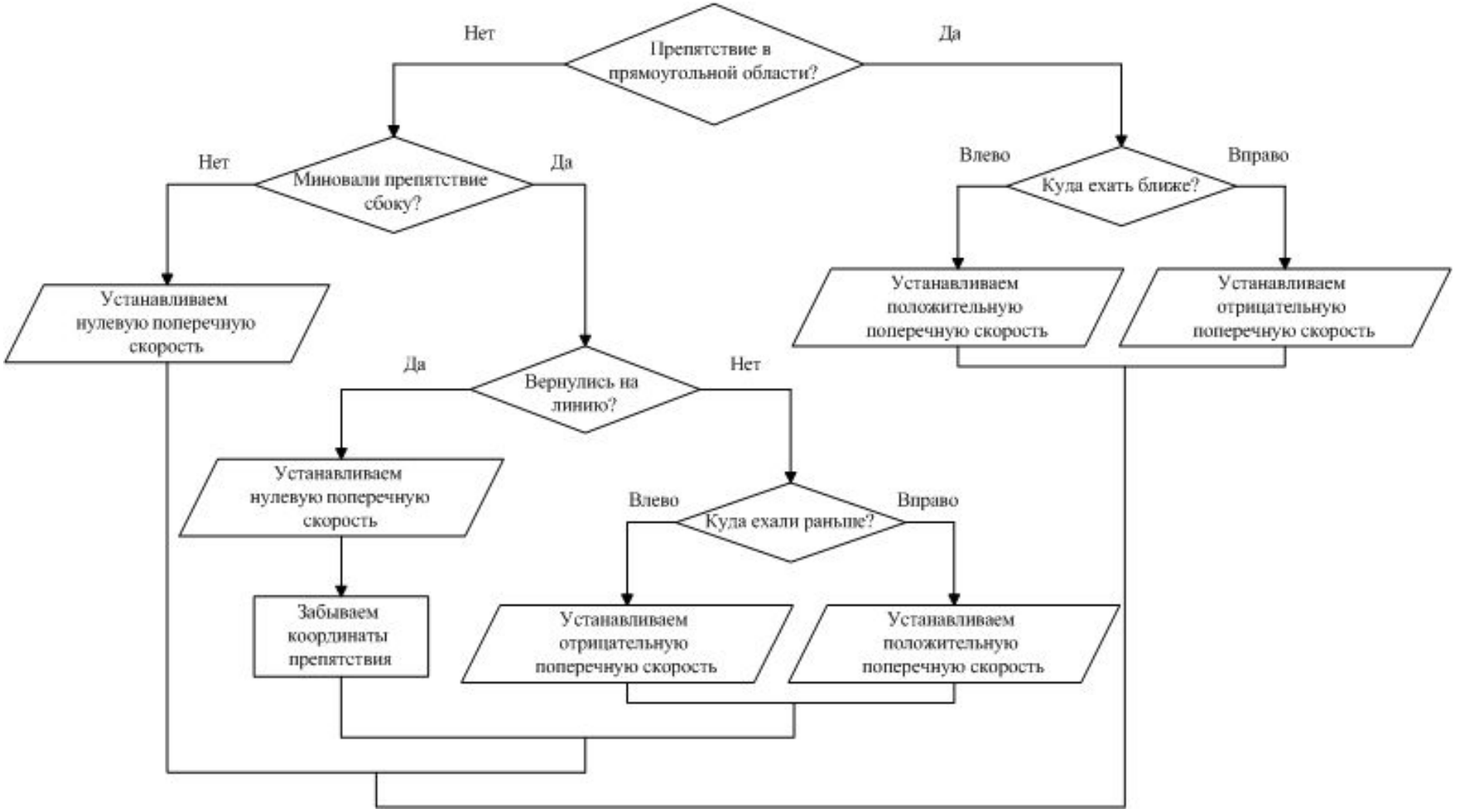
Схема алгоритма решения

Счисление координат

Счисление координат центра платформы используется для определения ее положения относительно препятствия. С их помощью устанавливаются условия возврата робота на линию. Координаты получим при помощи численного интегрирования уравнений кинематики по формуле Эйлера.



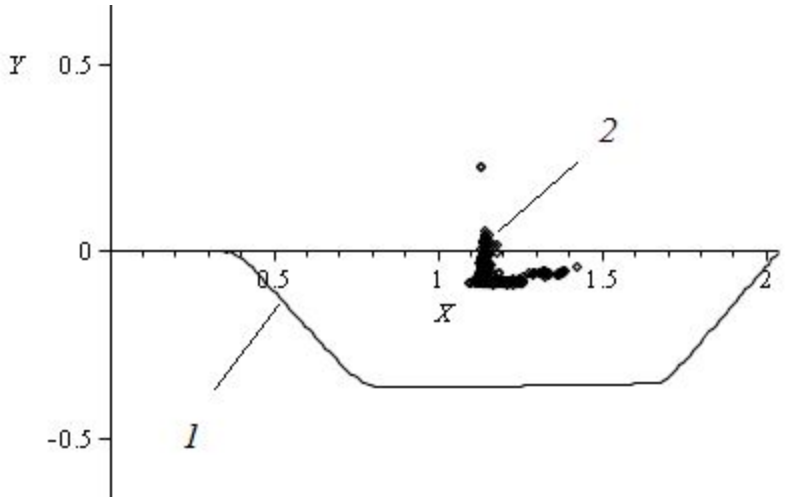
Выбор направления маневра

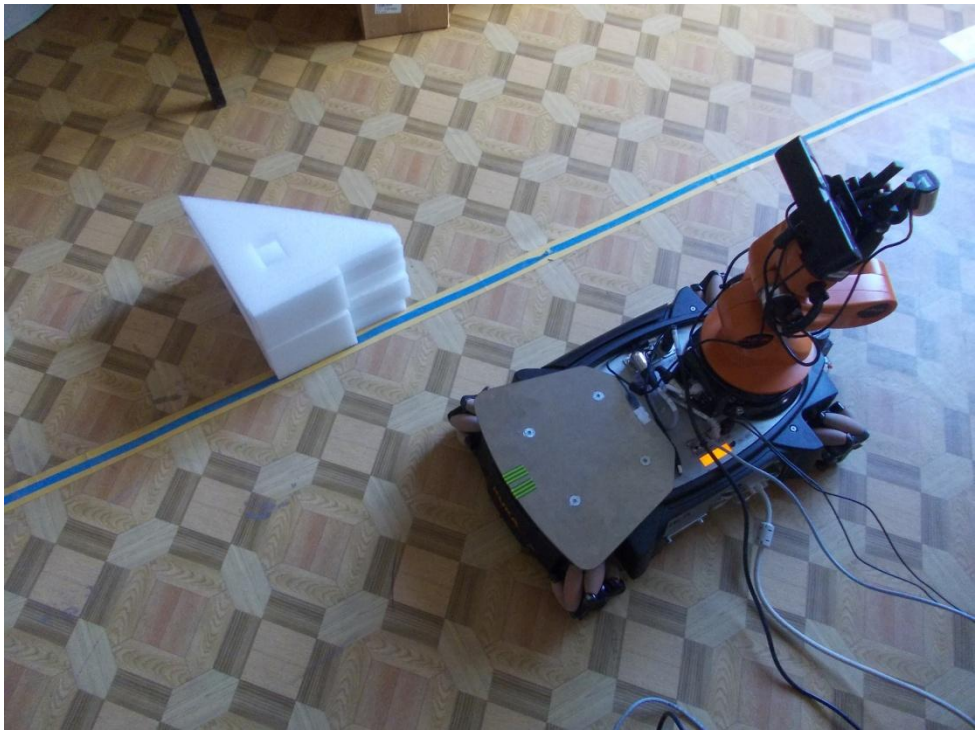


Результаты отработки алгоритма

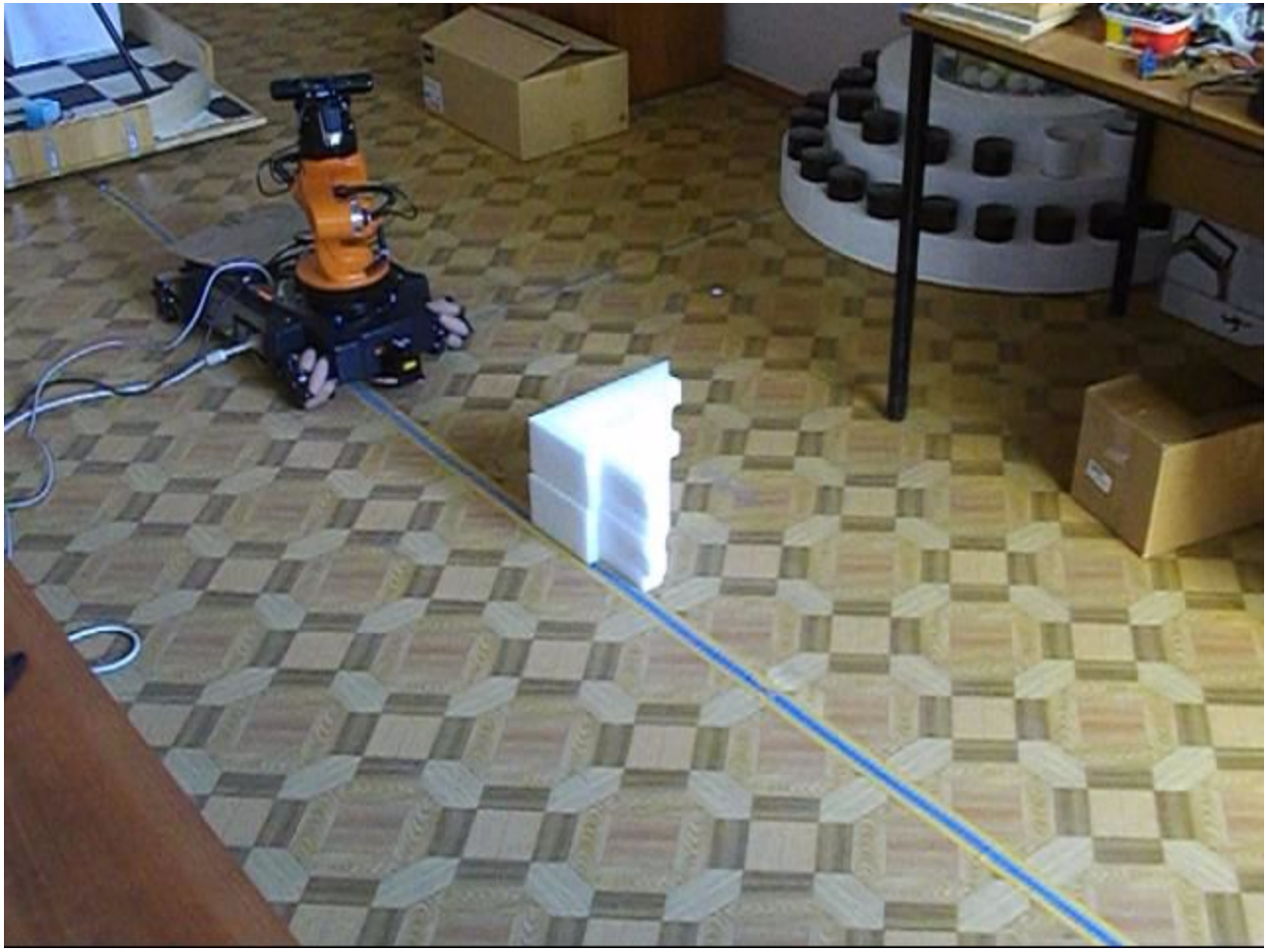
Во время пробного запуска были получены:

- траектория движения центра платформы *1*
- набор точек, соответствующих препятствию *2*





Результаты отработки алгоритма



Заключение

В процессе работы были разработаны алгоритмы для обнаружения и объезда одиночного препятствия с возвратом на линию, и протестированы на реальной модели робота *KUKA youBot*. Все алгоритмические решения были реализованы при помощи объектно-ориентированного языка программирования *C++*. Кроме того, были изучены и применены следующие программно-технические средства:

- робот *KUKA youBot* и поставляемое к нему программное обеспечение *youBot API;*
- система управления роботами *Robot Operating System*;
- лазерный дальномер *Hokuyo URG-04LX-UG01*.