



Управление образования города Пензы
МБОУ лицей №73 г. Пензы
«Лицей информационных систем и технологий»

Модель роботизированного транспортера-аватара

Работу выполнил:

Шмаранов Алексей, ученик 8В

Хавронин Руслан, ученик 9В

Научный руководитель:

учитель технологии

Пеганов Станислав Юрьевич

Пенза 2023

Оглавление	
Введение:.....	3
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.	4
Принципы построения и функционирования систем машинного зрения	4
Задачи систем машинного зрения в транспортере-аватаре	5
ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	8
Состав системы автоматического управления.....	8
Операционная система RaspberryPi.....	12
Язык программирования Python.....	12
Библиотека Python OpenCV	13
Алгоритм устройства:	14
Программное обеспечение.....	15
Назначение функций	15
Заключение.....	16
Литература	16

Введение:

В связи со сложившейся ситуацией в стране и проведением СВО возникла острая необходимость в новых и современных видах различных транспортных технических средств, как военного, так и гражданского назначения.

Для обеспечения безопасности личного состава войсковых подразделений, мы предлагаем использовать разрабатываемый нами транспортер-аватар.

Основное назначение данного транспортного средства – перевозка особо опасных грузов (взрывчатых веществ, боеприпасов и т.д.) без участия человека. Наше устройство можно назвать и по-другому – дистанционный прицеп, который следует за основной машиной на определенном расстоянии, точно повторяя ее движения.

Такое транспортное средство может быть использовано и в гражданских целях: геологоразведчиками, нефтяниками, всеми теми, кому нужна транспортировка грузов вне населенных пунктов.

Для обеспечения работы транспортера-аватара, мы предлагаем использовать машинное зрение и электронный компас, по показаниям которых и будет передвигаться транспортер.

Цель:

1. Сконструировать модель транспортера-аватара.
2. Разработать систему автоматического управления движением транспортера-аватара на основе системы машинного зрения и одноплатного компьютера Raspberry Pi.
3. Создать программное обеспечение для функционирования данной системы.

Задачи:

1. Изучить порядок работы с одноплатным компьютером Raspberry Pi.
2. Ознакомиться с принципами построения и функционирования систем машинного зрения и распознавания образов.
3. Разработать программное обеспечение для автоматического управления транспортером.
4. Протестировать данное устройство.

Актуальность:

Использование транспортера-аватара обеспечит:

При использовании в военных целях:

1. Уменьшение количества потерь личного состава.
2. Наличие боезапаса в полевых условиях в непосредственной близости от боевой машины.
3. Наличие транспортного средства в случае выхода из строя основного.

При использовании в гражданских целях:

1. Уменьшить затраты для транспортировки грузов и оборудования в труднодоступных местностях.
2. Сократить количество персонала.
3. Повысить безопасность транспортировки опасных грузов.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.**Принципы построения и функционирования систем машинного зрения**

На сегодняшний день существует, как минимум, три близких термина: машинное зрение, компьютерное зрение и техническое зрение.

Термин «**машинное зрение**» (machinevision), как правило, употребляется при описании систем и технологий, используемых в промышленной автоматизации, т.е. там, где используются «машины» в их наиболее широком понимании: техника как механизмы или устройства, выполняющие какую-либо работу.

Термин «**компьютерное зрение**» (computervision, CV) подразумевает использование вычислительной машины - компьютера как основного элемента таких систем. Системы компьютерного зрения находят применение не только в промышленности (технике), но и в медицине (подсчет эритроцитов, иридодиагностика и др.), в задачах охраны и безопасности (распознавание номеров, лиц) и других. Основной упор в компьютерном зрении делается скорее на алгоритмическую часть, математику, нежели на области его практического применения.

В общепотребительной практике слово «машина» ассоциируется скорее со словом «автомобиль» нежели с более общим термином «техника». Например, стиральная машина - но бытовая техника. Вероятно, именно поэтому появилась еще одна интерпретация, свободная от этой двусмысленности: **техническое зрение**. Она в полной мере является аналогом английского термина «машинное» зрение и наравне с последним может употребляться для определения промышленных систем, использующих зрение во всех его проявлениях.

В процессе работы системы машинного зрения осуществляется захват изображения. Эта информация в дальнейшем подвергается обработке, анализу, оценке, и используется для принятия решений по управлению технологическим процессом.

Обычно системы машинного зрения разделяют на две независимые подсистемы:

- Захват изображений;
- Обработка и анализ изображений.

Каждая из них, в свою очередь, включает различный набор компонентов в зависимости от требований конкретной прикладной задачи. Подсистема обработки и анализа изображений состоит из аппаратной и программной составляющих.

Аппаратная — вычислитель, построенный на базе ПК или специализированного оборудования, созданного для обработки изображений.

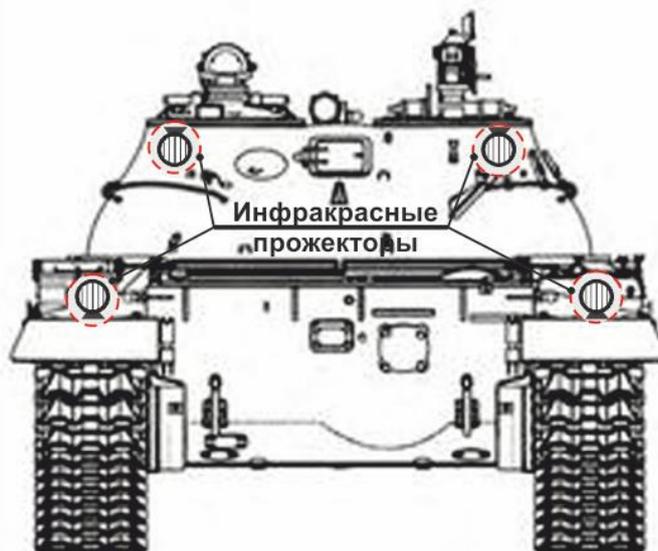
Программная — специальное программное обеспечение, которое содержит математические алгоритмы обработки данных. Это могут быть классические математические алгоритмы или нейронные сети.

Подсистема захвата изображений состоит из одной или нескольких камер, оптики, подсветки и - чаще всего датчика или энкодера. Камеры машинного зрения обычно имеют несколько цифровых линий для синхронизации с датчиками, контроллерами, подсветками и т.п.

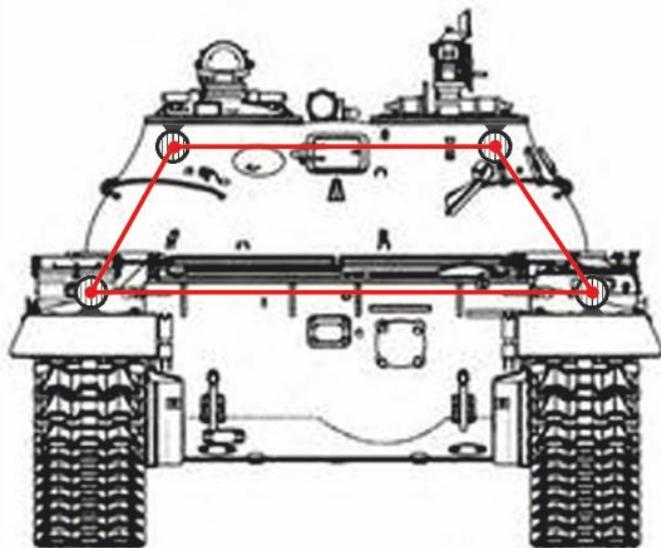
Задачи системы машинного зрения в транспортере-аватаре

В данном проекте система машинного зрения необходима для определения расстояния до ведущей машины, а также определения направления поворота и его величины.

Данное расстояние, мы предлагаем определять исходя из изменения геометрических размеров каких-либо контрольных отрезков на корпусе ведущей машины (или наоборот). В качестве таких контрольных отрезков мы можем использовать расстояния между установленными на корпусе 4



инфракрасными прожекторами, которые образуют прямоугольник или трапецию. В нашей модели мы используем инфракрасные светодиоды.

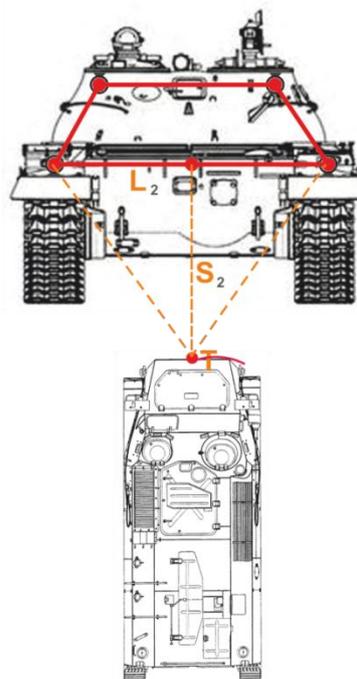
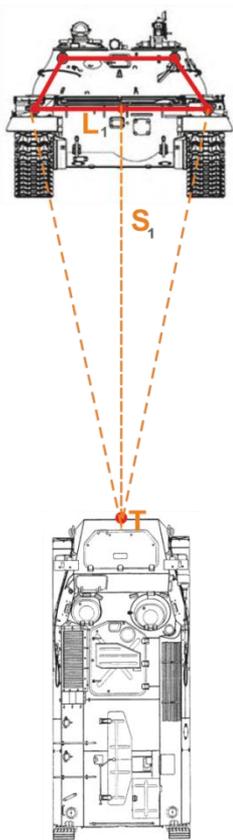
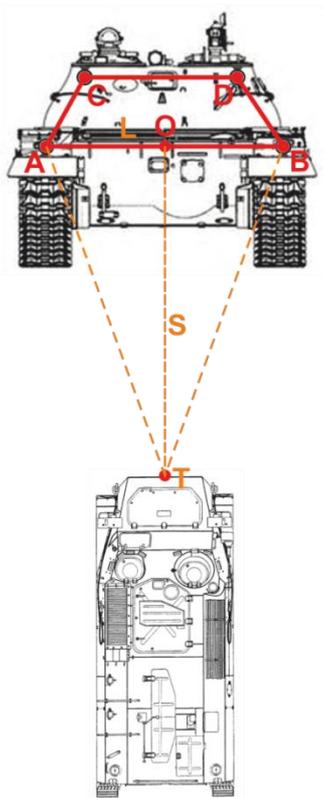


Таким образом, захват изображения будет происходить по 4 контрастным точкам, хорошо различимым на фоне корпуса машины.

Перед выездом производится калибровка системы, при которой транспортер-аватар устанавливается на необходимое расстояние и программное обеспечение подсчитывает необходимое поддерживаемое расстояние. калибровка может и не производиться, требуемое расстояние может вводиться оператором, на основе предварительных расчетов.

При движении система постоянно измеряет расстояние между контрольными точками и на основе произведенных расчетов управляет скоростью движения транспортера.

Пример расчетов приведен ниже:



Согласно рисунка: S – требуемое расстояние от транспортера до ведущей машины, при этом отрезок AB определяется системой - длиной L . Таким образом, в движении при определении уменьшения размера L , это будет говорить об увеличении расстояния S и наоборот при увеличении L , об уменьшении расстояния S . Соответственно система должна изменять скорость движения транспортера увеличивая ее или уменьшая. Для этого может быть использован ПИД (Пропорционально-Интегрально-Дифференциальный) регулятор зависимости скорости транспортера от вычисленного значения L .

Аналогично система распознает повороты ведущей машины, согласно рисунку: при повороте налево – системой определяется увеличение длины отрезка AC и уменьшение длины отрезка BD , при повороте направо – системой определяется увеличение длины отрезка BD AC и уменьшение длины отрезка AC . По вычисленным значениям производится торможение одним из двигателей и поворот в соответствующую сторону.

Так как, при поворотах изменение в длины указанных отрезков незначительно, для осуществления поворотов также используется система электронных магнитных компасов, один из которых установлен на ведущей машине, а второй на транспортере. Показания компаса ведущей машины по радиоканалу постоянно передаются на транспортер и вместе со вторым компасом система корректирует направление движения.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

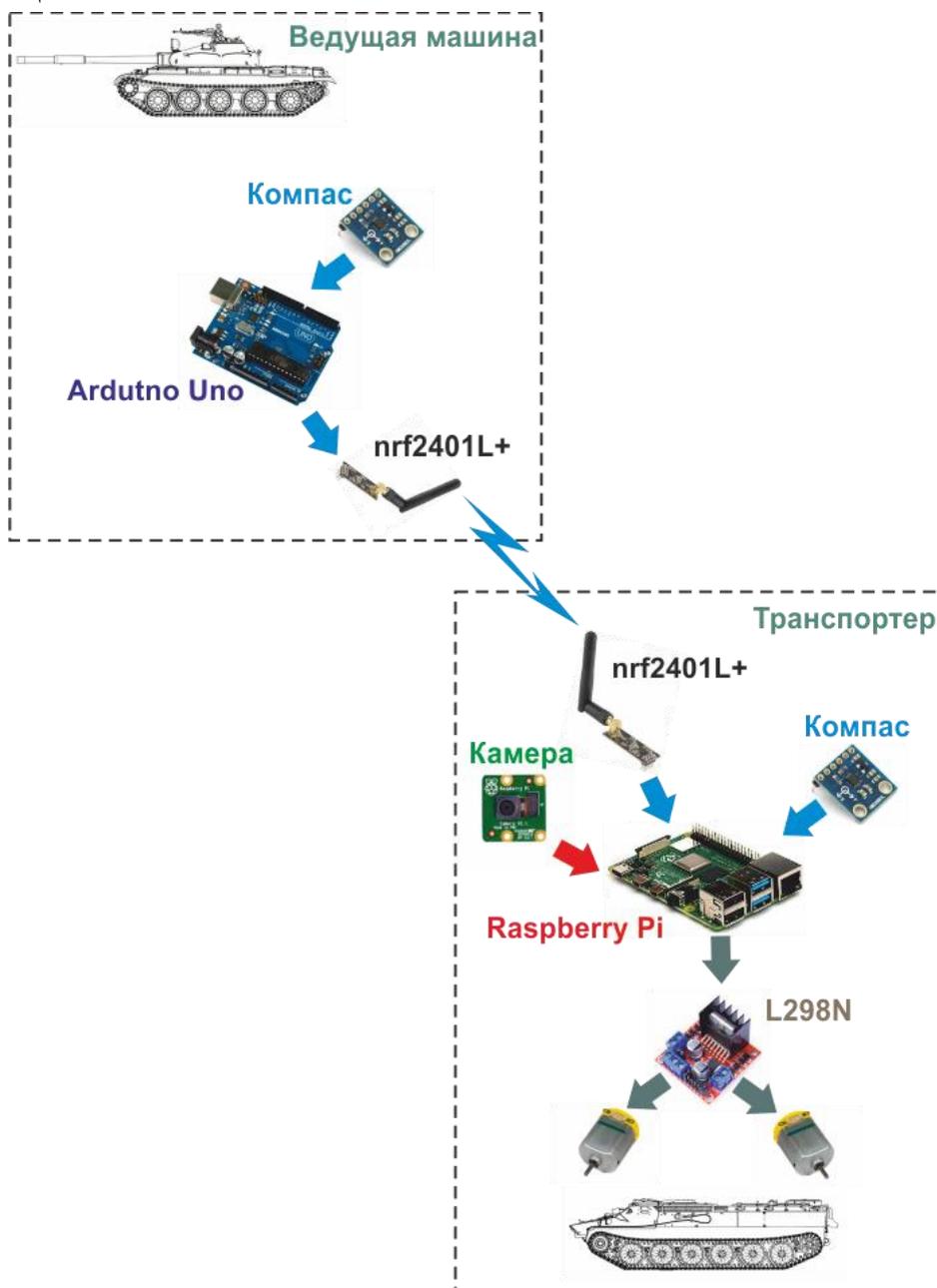
Состав системы автоматического управления

Основой нашей системы является одноплатный компьютер Raspberry Pi, к которому подключена 5Мп камера и он сопряжен с драйвером управления моторами. Также неотъемлемой частью данной системы является программное обеспечение, установленное на Raspberry Pi и разработанное нами.





Функциональная схема



Одноплатный компьютер Raspberry Pi 3.



Raspberry Pi 3 Model B+ - это одноплатный компьютер с 4-ядерным 64-битным процессором с частотой 1.4ГГц, 2-полосной беспроводной LAN 2.4ГГц и 5.0ГГц, Bluetooth 4.2/BLE, Ethernet.

Характеристики:

- Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53, 64 бита, 4-ядерная SoC 1.4ГГц;

- 1ГБ LPDDR2 SDRAM;
- 2.4ГГц/5ГГц IEEE 802.11 b/g/n/ac беспроводная LAN (WLAN);
- Bluetooth Low Energy v4.2 (BLE);
- Gigabit Ethernet через USB 2.0;
- 4 порта USB 2.0;
- Расширительный 40-контактный разъем GPIO;
- Полноразмерный HDMI, порт дисплея MIPI DSI, порт камеры MIPI

CSI;

- Выходной 4-полюсный порт стереозвука/композитного видеосигнала;
- Разъем MicroSD карты для ОС и хранения данных;
- Требования к источнику питания - 5В/2.5А DC.

Технические параметры

Тип процессора bcm2387 4-х ядерный cortex-a53.

Частота процессора 1.4 ГГц.

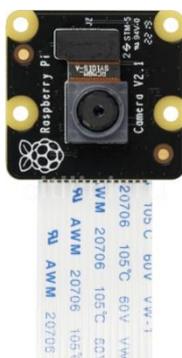
Оперативная память 1 гб.

Графический процессор 2-х ядерный VideocoreIV.

Поддерживаемые операционные системы linux, windows 10 iotcore.

Установленные интерфейсы usb, hdmi, eth, micro-sd, audio, dsi, csi, i/o.

Камера 5MP RPi камера Модуль OV5647

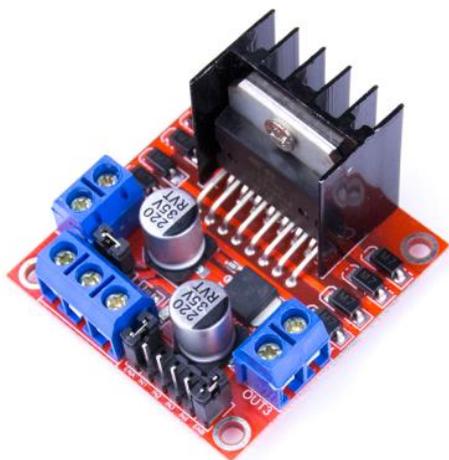


Технические характеристики:

1. 5-мегапиксельный датчик OV5647
2. Размер CCD: 1/4 дюйма
3. Диафрагма (F): 1,8
4. Фокусное расстояние: 3,6 мм регулируемый
5. Поле зрения: 72 градуса
6. Датчик лучшее разрешение: 1080p

7. Уровень выходного сигнала 3,3 В

Плата управления электродвигателями L298N



Позволяет управлять двумя моторами постоянного тока либо шаговым двигателем с потребляемым током до 2 Ампер.

Технические характеристики:

- Возможность питания внешней логики (V_{ss}): +5V ~ +7V (внутренний стабилизатор +5V)
- Входное напряжение логической части (V_d): от 6V до 12V
- Входное напряжение управляемой части (V_s): от +5V до +35V
- Рабочий ток внешней логической части (I_{ss}): 0 ~ 36mA
- Ток нагрузки каждой управляемой части (I_o): 2A
- Пиковый ток нагрузки каждой управляемой части (I_o): 3A
- Максимальная потребляемая мощность: 20Вт (при температуре = 75°C)
- Высокий уровень входного управляющего сигнала (High): 2.3V = $V_{in} = V_{ss}$
- Низкий уровень входного управляющего сигнала (Low): -0.3V = $V_{in} = 1.5V$
- Рабочая температура окружающей среды: от -25 до +130°C

3-осевой компас QMC5883L



Облегчает ориентирование на местности путём указания на магнитный полюс Земли.

Трехосевой магниторезистивный датчик.

- Питание: 3 - 5В;
- Потребление тока: 100 мкА;
- Интерфейс: I2C;
- Диапазон рабочих температур: от -40 °C до + 85 °C;
- Габариты: 18,5 мм × 13,5 мм × 1,1 мм;

Радио модуль NRF24L01



Радио модуль для передачи данных.

Технические характеристики:

- Напряжение питания: 1,9В – 3,6В;
- Интерфейс обмена данными: SPI;
- Частота приёма и передачи: 2,4 ГГц;
- Количество каналов: 128 с шагом 1МГц;
- Тип модуляции: GFSK;
- Скорость передачи данных: 250kbps, 1Mbps и 2Mbps;
- Чувствительность приёмника: -82 dBm;
- Расстояние приёма/передачи данных: 100м – прямая видимость; 30м – помещение;
- Коэффициент усиления антенны: 2dBm;
- Диапазон рабочей температуры: -40°C...+85°C;
- Организация сети на одном канале: 7 модулей (1 приёмник и 6 передатчиков).

Операционная система Raspberry Pi.



Raspbian – данная операционная система в 2015 году была представлена как основная для Raspberry Pi. Она по максимуму оптимизирована для процессоров с АРМ-архитектурой и достаточно активно продолжает развиваться. Основой операционной системы является Debian GNU/Linux. Среда рабочего стола состоит из LXDE (среда для UNIX и других POSIX-совместимых систем типа Linux и BSD), а также менеджера окон Openbox (бесплатный менеджер для X Window System). В состав дистрибутива входят: программа компьютерной алгебры Mathematica; модифицированная версия Minecraft PI; урезанная версия Chrome.

Для установки системы на компьютер мы использовали образ операционной системы с официального сайта <https://www.raspberrypi.com> и программу Raspberry Pi Imager.

Язык программирования Python



Python
—
высокоуровневый
язык

программирования общего назначения с динамической строгой типизацией и автоматическим управлением памятью, ориентированный на повышение производительности разработчика, читаемости кода и его качества, а также на обеспечение переносимости



написанных на нём программ. Язык является полностью объектно-ориентированным в том плане, что всё является объектами.

Python стал одним из самых популярных языков, он используется в анализе данных, машинном обучении, DevOps и веб-разработке, а также в других сферах, включая разработку игр.

Мы использовали Python для написания программы определения расстояния до ведущей машины, с использованием библиотеки OpenCV.

Библиотека Python OpenCV

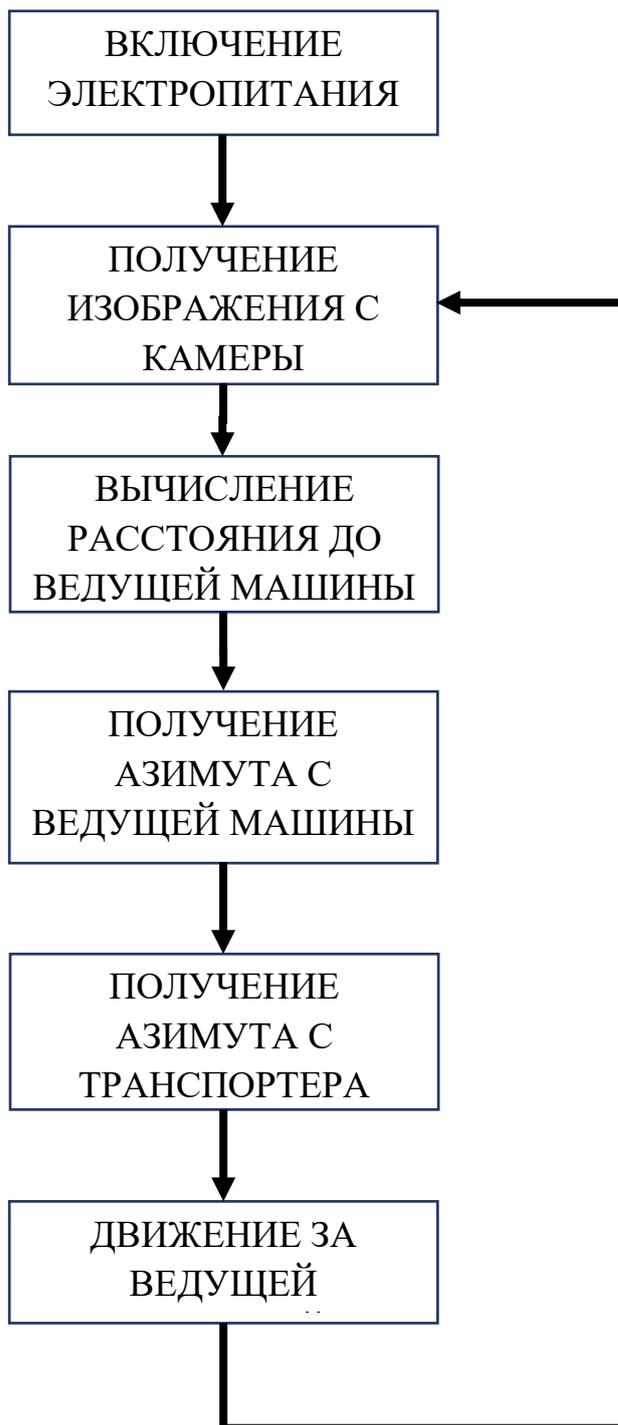


OpenCV (англ. OpenSourceComputerVisionLibrary, библиотека компьютерного зрения с открытым исходным кодом) — библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом. Реализована на C/C++, также разрабатывается для Python, Java, Ruby, Matlab, Lua и других языков. Может свободно использоваться в академических и коммерческих целях — распространяется в условиях лицензии BSD.

Данная библиотека позволяет реализовывать различные алгоритмы обработки видео и изображений, при помощи стандартных типов данных, функций и классов. Она имеет более 2500 оптимизированных алгоритмов - полный набор как классических, так и самых современных алгоритмов компьютерного зрения и машинного обучения. У неё много реализаций, включая Python, Java, C++.

Мы использовали OpenCV для того, чтобы получить изображение с камеры и для дальнейшей обработки изображения.



Алгоритм устройства:

Программное обеспечение

Программное обеспечение обеспечивает:

1. Получение изображения с камеры.
2. Нахождение контрольных точек.
3. Измерение расстояния между контрольными точками ведущей машины.
4. Передача азимута ведущей машины транспортеру по радиоканалу.
5. Движение транспортера за ведущей машиной.

Назначение функций

Функция	Назначение
<pre>cap = cv.VideoCapture(0) low_red = np.array((0, 0, 240), np.uint8) high_red = np.array((360, 20, 255), np.uint8) def camera(): success, img = cap.read() try: img_hsv = cv.cvtColor(img, cv.COLOR_BGR2HSV) mask = cv.inRange(img_hsv, low_red, high_red) contours, hierarchy = cv.findContours(mask, cv.RETR_EXTERNAL, cv.CHAIN_APPROX_SIMPLE) points = [] for cnt in contours: x, y, w, h = cv.boundingRect(cnt) points.append((int(x), int(y))) if len(points) == 4: print(getDist(points[0], points[1])) except: cap.release() raise if cv.waitKey(5) == 27: cv.destroyAllWindows() cap.release()</pre>	<p>Объект камеры.</p> <p>Получение изображения с камеры.</p> <p>Перевод изображения из BGR в HSV. Нахождение контрастных точек.</p> <p>Нахождение контуров.</p> <p>Перебор всех найденных контуров.</p> <p>Сохранение позиций контура. Если количество найденных контуров равно 4. Нахождение расстояния между точками.</p>
<pre>def getDist(point1, point2): x = abs(point1[0] - point2[0]) y = abs(point1[1] - point2[1]) dist = math.sqrt(x * x + y * y) return dist</pre>	<p>Нахождение расстояния между точками.</p>

Заключение

Применение системы машинного зрения значительно упростило задачу подсчета расстояния до объекта, кроме того, повысило точность определения и уменьшило число ошибок по сравнению с ультразвуковыми и другими датчиками расстояния. Мы надеемся в скором времени, представить нашу разработку представителям оборонного и гражданского машиностроения, для скорейшей разработки опытных образцов.

Литература

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki>
2. <http://wiki.amperka.ru>
3. <https://codius.ru>
4. <https://docs.opencv.org/4.x/>

РЕЦЕНЗИЯ

на научно-исследовательский проект учащихся

Лицея информационных систем и технологий №73

«Модель роботизированного транспортера-аватара»

Данный учебно-исследовательский проект учащихся является одним из ярких примеров разработки инженерной задачи с использованием современных IT-технологий. Не секрет, что на сегодняшний день одной из актуальных проблем современности является проблема воспитания инженерных и IT кадров. Созданное устройство, несмотря на то, что оно создано учащимися 8 и 9 класса, включает в себя ряд интересных идей и предложений заслуживающих рассмотрения специалистами соответствующих направлений.

Так же следует отметить низкую себестоимость данного устройства по сравнению с аналогичными приборами серийного производства.

Данная работа также демонстрирует комплексный подход к решению поставленных задач, изучение материалов из различных разделов физики, информатики и технологии.

Процесс создания устройства, разработки и испытания учащимися показал их заинтересованность в решении инженерных задач и изучении материалов не входящих в состав школьной программы.

Вместе с тем следует отметить, что работа в данном направлении может и должна быть продолжена с учетом расширения возможностей данного устройства, совершенствованию алгоритмов работы и возможностей.

Я, считаю, что проведенная работа заслуживает высокой оценки с точки зрения профессиональной ориентации, инженерной подготовки учащихся и освоения ими новых инновационных и IT-технологий.

Следует также отметить, что данная работа демонстрирует высокий уровень патриотизма и любви к своей Родине в современных условиях.

Старший преподаватель ПФ ВИПК МВД России

кандидат технических наук

В.П.Власов

