

Матвейцев Алексей Леонидович 10 класс, МАОУ «Лицей №38»

Робот — это кибернетическая система, способная выполнять операции, относящиеся к физической и умственной деятельности человека. Четвероногий робот компактен, мобилен, способен выполнять широкий спектр операций и передвигаться в условиях пересечённой местности. Целью данного проекта является конструирование и создание четвероногого робота «Робокот» на базе Orange Pi, способного самостоятельно передвигаться по команде оператора и передавать видеоизображение. В рамках работы был спроектирован и воссоздан концепт роботизированной самоходной установки с видео фиксацией и стабильным интернет соединением для его управления.

Цель работы: Сконструировать и создать четвероногого робота «Робокот» на базе Orange Pi, способного самостоятельно передвигаться по команде оператора и передавать видеоизображение. Новизна работы заключается в системе управления: любой человек, имеющий доступ к локальной сети, к которой подключён «Робокот», а также непосредственно к сайту, может взаимодействовать с устройством удаленно.

Рис.1 3D модель проекта
“Spot Micro”

В качестве главной управляющей единицы выбран микрокомпьютер Orange Pi, состоящий всего из одной платы, но по своим характеристикам способный конкурировать с полноценными компьютерами. В роботе Orange Pi управляет серводвигателями, поддерживает работу веб-сервера и организует обратную связь.

The diagram illustrates the electrical architecture of a robotic car. Key components and their connections include:

- Orange Pi PC (U2):** A 3.3V board with pins 41-43 connected to the PCA9685 driver. Pin 41 is GND, 42 is VCC, and 43 is SDA.
- PCA9685 (U1):** An I2C servo driver with 16 channels. It is powered by 3.3V and GND. Its 6-pin headers control servos M1 through M16, each receiving 5V and GND.
- DC-DC Converter (U5):** An LM2596 module that converts 5V from the battery to 3.3V for the Pi and the servo driver.
- USB-to-UART Bridge (U6):** An HX1860 module that interfaces the Pi's UART pins with a laptop's USB.
- Power Source:** A battery connected to the DC-DC converter and the servo drivers.
- Motor and Motor Driver:** A motor is connected to a motor driver module, which is powered by the 5V battery line.

Рис.2 Принципиальная
схема устройства

Для питания робота были использованы понижающие DC-DC преобразователи LM2596 и HW-613. Питание микрокомпьютера и

серводвигателей осуществляется отдельно друг от друга, т.к. под высокими нагрузками сервоприводов повышаются колебания напряжения, что негативно сказывается на работе программ.

Для передачи видеоизображения была необходима веб-камера с USB подключением, т.к. плата Orange Pi поддерживает USB протокол.

ПО проекта написано для Orange Pi в связке с PCA9685 для подключения сервоприводов. Была найдена и адаптирована общепринятая библиотека (https://github.com/adafruit/Adafruit_Python_PCA9685), описывающая подключения сервопривода к Orange Pi.

За основу берется угол в 90 градусов - это нулевые значения («Робокот» стоит прямо), т.к. сервоприводы имеют только положительный угол. С помощью метода классов были проведены разделения сервоприводов на плечо, колено и саму ногу для выставления конкретного угла.

Также был добавлен параметр скорости `set_speeds`. Управляющая программа написана на Python 3. Затем писалась веб-оснастка, для которой использовался flask (web-framework) - серверная часть и ASP.net - клиентская часть. В данном случае для удобства всё находится на Orange Pi. С помощью стандартных компонентов были созданы элементы управления данным устройством, а также был сделан вывод видеоизображения по IP-адресу и порту. Для управления данным роботом используется механизм передачи данных через Wi-Fi, на роутере резервируется адрес, по которому пользователь может зайти и управлять данным устройством, также это можно делать с помощью мобильного устройства или любого другого устройства с доступом к локальной сети.

К устройству можно подключиться не только через сайт, но и напрямую к консоли Armbian Linux посредством программы PuTTY. PuTTY позволяет подключиться и управлять удаленным узлом (например, сервером). В PuTTY реализована только клиентская сторона соединения — сторона отображения, в то время как сама работа выполняется на стороне сервера.

Подключение пользователя осуществляется через сайт.

Для вывода видеоизображения используется стандартная программа в Armbian, которая называется motion. С её помощью было настроено видеоотображение на заданный порт и IP-адрес. Далее был сконфигурирован файл `motion.conf`, в котором были настроены отдельные параметры, такие как `framerate`, `minimum_frame_time` и `noise_level`.

После печати компонентов робота на 3D-принтере была произведена общая сборка устройства, внутрь корпуса были вмонтированы электронные модули, в голову была встроена веб-камера.

После окончательной сборки и написания тестовой программы компоненты изделия были проверены на работоспособность. В результате испытаний были выявлены и исправлены проблемы недостаточной мощности системы питания робота: при большой нагрузке понижающий преобразователь создавал большие помехи, что приводило к неисправной работе устройства и перегреву процессора Orange Pi.

Далее была проведена балансировка устройства. Это было необходимо для более устойчивой ходьбы. Некоторые компоненты были перемещены для смещения центра тяжести и облегчения робота.

Для устойчивой ходьбы были опытным путём подобраны углы сгиба каждой из ног.

В результате опытной доработки устройство стало стабильно работать и устойчиво ходить.

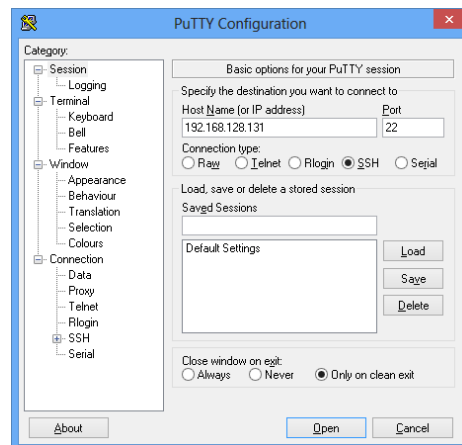


Рис.3 Интерфейс программы PuTTY

В ходе работы был сконструирован и создан четвероногий робот «Робокот» на базе Orange Pi, способный самостоятельно передвигаться по команде оператора.

В перспективе планируется добавить компьютерное зрение, с возможностью определять людей и препятствия перед собой, корректируя при этом своё движение. Также будет произведена доработка управляющей роботом программы, создано удобное и простое дистанционное управление, введена возможность голосовых команд.

Список литературы

1. http://nitec.nstu.ru/upload/lib/2018_Translated/Инверсная%20кинематика.%20QNET%20MS_Методическое%20пособие%20для%20студентов.pdf
2. Swaroop С. Н., «A Byte of Python»
3. <https://www.ros.org>
4. https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MG996R_Tower-Pro.pdf
5. <https://www.raspberrypi.org/blog/mini-raspberry-pi-boston-dynamics-inspired-robot/>
6. <https://www.bostondynamics.com>
7. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Робот>
8. <https://github.com/avbotics/Spot-Micro-Control-and-Animation>



Рис.4 Готовое устройство