

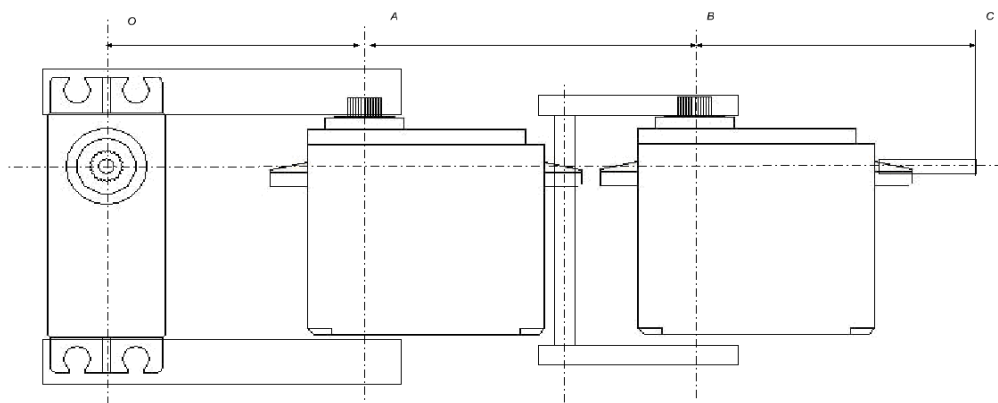
О. В. Тетеревлев – студент кафедры управления и информатики в технических системах
М. В. Бураков (канд. техн. наук, доц.) – научный руководитель

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ШАГАЮЩЕГО РОБОТА

Робот создается с целью глубокого изучения робототехники и смежных дисциплин от механики и электроники до искусственного интеллекта и компьютерного зрения. Предполагается, что робот будет осуществлять простейшие функции (движение манипуляторов, программная ходьба) на ранних этапах разработки и более сложные (имитация поведения живого существа) на поздних. Частично процесс разработки можно доверить студентам для изучения соответствующих областей знаний (модуль ШИМ, управление сервоприводами и т.п.).

Внешне робот представляет собой квадратную платформу с расположенными по углам четырьмя конечностями, подобными конечностям животных. На верхней поверхности платформы установлена управляющая плата с микроконтроллером и цветным сенсорным дисплеем, а также коммутационная плата, которая позволяет осуществлять быстрое подключение микроконтроллера, сервоприводов, а также других периферийных устройств.

Каждая из четырех конечностей имеет три степени свободы и устроена аналогично конечностям животных, имея аналог тазобедренного, коленного и голеностопного суставов. При этом тазобедренный сустав допускает вращение конечности только по вертикальной оси (рисунок).



Вид сверху одной из конечностей

Для управления роботом используется отладочная плата на базе 32-разрядного микроконтроллера STM32F103, оснащенная стандартными портами ввода-вывода, разъемами USB, слотом для карты памяти microSD, а также цветным сенсорным дисплеем, через который первое время будут осуществляться все операции ввода-вывода для управления, контроля и отладки робота. К портам отладочной платы через коммутационную плату подключаются сервоприводы и, в перспективе, другие устройства (измеритель тока, ультразвуковой дальномер, цифровая видеокамера и т. п.).

На первых этапах разработки для подачи питания и осуществления связи имеет смысл использовать кабели. В дальнейшем, когда расстояния, на которые роботу необходимо перемещаться, достигнут величин, при которых использование аккумуляторов станет более целесообразным, имеет смысл использовать для связи интерфейс Bluetooth. Интерфейс позволяет использовать протокол RS-232, что позволит внедрить модуль Bluetooth без значительных доработок. Кроме того, введение модуля Bluetooth позволит осуществлять управление не только от компьютера, подключенного к роботу, но и с мобильных устройств (iOS, Android OS, Symbian, J2ME и подобных).

При разработке шагающего робота наибольший интерес представляет модуль координации движения, разработка остальных модулей представляется рутинной и описана в разнообразных источниках [1, 2]. Модуль сенсоров пока не введен за ненадобностью на данном этапе разработки.

На данном этапе электронная и механическая составляющие завершены, и дальнейшая разработка сводится к созданию программы, управляющей поведением робота, план которой выглядит следующим образом.

- 1) создать интерфейс для быстрой отладки;
- 2) задать режим работы таймеров для генерации управляющего сервоприводами сигнала;
- 3) разработать простейшую программу движения конечностей;
- 4) разработать адаптивный алгоритм ходьбы;
- 5) создать алгоритм движения по маршруту и обхода препятствий;
- 6) усовершенствовать алгоритм (5), используя систему компьютерного зрения.

Создание интерфейса было поставлено первым пунктом с целью уменьшения доли программирования и увеличения доли отладки «на ходу». Процесс его разработки не представляет интереса, и сводится лишь к рутинному программированию.

На языке JavaScript была разработана математическая модель, позволяющая оперативно подбирать переменные, отвечающие за координацию движений. Физика движений моделью не прорабатывается ввиду высокой сложности.

Входными данными для модели являются величины, приведенные в табл. 1. Их можно изменять непосредственно в процессе работы модели, добиваясь нужных результатов.

Таблица 1.

Параметры движения

Угол поворота ноги	Угол γ , на который каждая нога повернута относительно оси Z.
Направление шага	В каком направлении нога осуществляет шаги
Высота шага	Насколько высоко нога поднимается над поверхностью
Длина шага	Расстояние, которое проделывает нога за один шаг
Ширина стойки	Расстояние от точки опоры до точки O в горизонтальной плоскости
Скорость	С какой скоростью осуществляется движение ноги
Фаза шага	Позволяет задавать сдвиг по фазе в цикле движения каждой ноги
X, Y	Смещение геометрического центра робота относительно опор
Z	Клиренс

Путем подбора различных значений переменных, достигается наилучший алгоритм ходьбы по следующим параметрам:

- углы сгибания суставов не превышают $\pm 90^\circ$;
- геометрический центр постоянно находится внутри треугольника, описываемого точками опор;
- высота шага может принимать значения в наиболее широких пределах.

Подобраны переменные, при которых модель находится в устойчивом состоянии в любой фазе шага. Поскольку модель не учитывает распределение масс и моменты инерции сервоприводов, при переносе переменных на реальное устройство устойчивость может теряться. Для подбора переменных в реальном роботе используется протокол RS-232.

Для управления сервоприводами было решено использовать ШИМ-сигнал, реализованный с помощью таймеров-счетчиков микроконтроллера, каждый из которых имеет по 4 канала ШИМ.

Таким образом, на данном этапе разработки шагающего робота были решены базовые задачи разработки алгоритмического и программного обеспечения, позволяющие переходить к созданию адаптивных алгоритмов ходьбы по маршруту и обхода препятствий.

Библиографический список

1. Вильямс Дж. Программируемые роботы. М: 2006. 240с.
2. Todd D.J. Walking machines: an introduction to legged robots. 1985. 178pp.