УДК 621.865.8

О.А. Шмаков, (5 курс, кафедра РТК),
А.А. Иванов, к.т.н., проф.

СУПЕРВИЗОРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ ЗМЕЕВИДНОГО РОБОТА.

Разработка автономных мобильных роботов змеевидного типа является одной из актуальных задач экстремальной робототехники [1]. В ЦНИИ РТК ведутся работы по созданию подобных устройств. Одной из решаемых при разработке ЗР задач является создание систем управления верхнего уровня. На этапе физического макетирования это управление осуществляется от внешнего ПК в соответствии с заложенным алгоритмом реализации змееподобных мод. Общие подходы к организации движения ЗР сформулированы в работе [2]. В настоящей работе описывается структура разработанной системы супервизорного управления движением физического макета ЗР ЦНИИ РТК (см. рис.1.), входящего в состав комплекса.

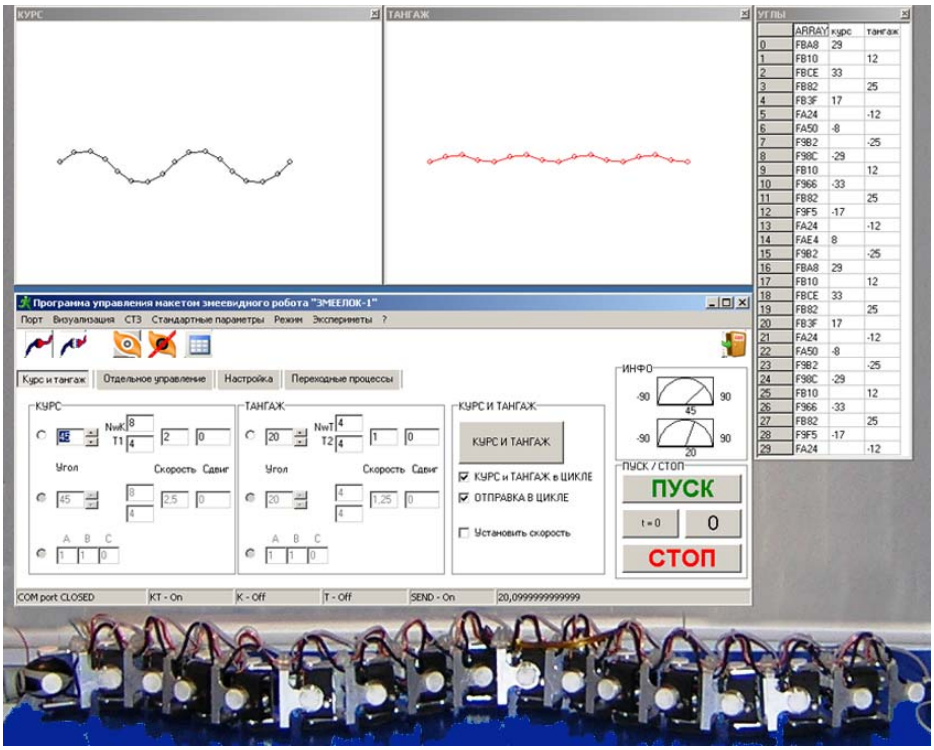

Рис.1. Комплекс супервизорного управления в составе макета ЗР – «ЗМЕЕЛОК-1»

Макет ЗР состоит из 15 активных шарниров, соединяющих между собой 16 жестких вилок-корпусов. В состав каждого из двухстепенных шарниров входит плата управления двумя сервоприводами (курсовым и тангажным).

Для реализации змеевидных мод движения приводами шарниров одинакового направления формируются согласованные бегущие волны, задаваемые зависимостью

$$\varphi(i) = 2\varphi_0 \sin\left(\frac{\pi}{N_w}\right)\cos\left(\frac{2\pi}{N_w}\left(i - \tfrac{1}{2} - \frac{N_w}{T}\right) + \Delta\right) \qquad (1)$$

(φ_0 – амплитудный угол, N_w – количество звеньев участвующих в волне, T – период, Δ – сдвиг фаз).

В задачи разработанной программы супервизорного управления входят: ввод задаваемых оператором параметров зависимости (1), визуализация программируемой формы

ЗР, шифровка и передача пакета управляющих команд на платы управления шарниров, формирующих ШИМ сигнал в соответствии с заданным углом поворота в шарнире.

При разработке программы супервизорного управления были решены следующие задачи: создание пользовательского интерфейса, обеспечивающего безопасный режим работы макета, блок смены локомоционных мод, блок шифровки и передачи данных по протоколу RS-232, блок визуализации мгновенной формы ЗР, блок управления телекамерой.

На этапе, предшествовавшем созданию программы, был проведен анализ необходимого быстродействия канала связи, требуемой точности дискретизации задаваемых управляющих зависимостей, энергетических параметров приводов и всего комплекса. Было определено, что при скорости 115200 бит/сек шина может пропустить 182 пакета длиной 63 байта. Характеристики сервопривода таковы, что частота, с которой следуют импульсы, равна 50 Гц, следовательно, время между посылками двух последовательных команд для формирования ШИМ сигнала должна быть не менее 20 мс. Скорость отработки угла сервоприводом (60°/0.11 сек), определяет время доступное для ($T \geq 0.6(6)$) передачи 20 – 40 команд, достаточных для аппроксимации непрерывной кривой (1) , что согласовано с ограничением на частоту генерации ШИМ сигнала.

Разработанный с учетом полученных оценок комплекс супервизорного управления макетом ЗР позволяет формировать и отправлять пакет данных с необходимой частотой через последовательный COM порт ПК. Для реализации различных локомоционных мод в комплексе разрешено менять основные параметры движения в режиме реального времени в переделах ограничений, наложенных электромеханической конструкцией и информационной архитектурой макета. Для исследований и испытаний в комплексе реализовано управление каждым сервоприводом макета в отдельности, задание движения только по курсовым или тангажным приводам и совместное управление всеми 30 приводами.

Проведены испытания движения макета на различных поверхностях: ламинат, дерево, бетон, линолеум и ковролин при различных напряжениях питания сервоприводов (от 4.5 до 6 вольт). Испытания подтвердили теоретически предсказанную зависимость скорости передвижения макета не только от количества звеньев участвующих в волне, но и от формы и материала опор модулей и несущей поверхности. Так, при реализации прямого хода при одинаковых начальных условиях скорость падает с 2,5 см/сек на ламинате, до 1 см/сек на ковролине. При боковом ходе падение скорости не так заметно (с 4,3 см/сек до 3 см/сек соответственно). В ходе испытания также было выяснено, что макет способен двигаться с напряжением питания сервоприводов 4,5 вольта, которое ниже чем заявлено в их технических характеристиках. Но в этом случае макет может двигаться только на ламинате и фанере, так как на остальных поверхностях необходимо, чтобы сервопривода развивали более высокий момент для преодолевания трения качения и силы тяжести. Испытания доказали правильность модели кинематики движения ЗР: макет реализовал все локомоционные моды, встречающиеся в живой природе (прямой ход, боковой ход, движение в канале, проталкивание, боковое изгибание, а также движение по заданной кривой, которая выбирается человеком оператором).

Комплекс супервизорного управления в составе макета ЗР – «ЗМЕЕЛОК-1» был представлен на 3 выставках и отмечен дипломом 2 степени с медалью на выставке «HI-TECH 2005» и дипломом и медалью ВВЦ на выставке «РОБОТОТЕХНИКА 2005» в Москве.

ЛИТЕРАТУРА:

1. http://www.rtc.ru/conference/robototch.shtml
2. Иванов А. А., Носов В. Н. Кинематика качения бесколесного змеевидного робота // МАУ. №6, 2002. с. 16-21.