



УДК 629.5.061.11

А.С. Родионов, студент электромеханического факультета ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ С ДЖОЙСТИКА ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОДРУЛИВАЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА SIEMENS S7-200

Ключевые слова: судно, колесно-двигательный рулевой комплекс, система управления, обработка сигналов датчиков.

При создании систем управления и контроля для судов с колесно-двигательным рулевым комплексом возникают проблемы сопряжения контроллеров с периферийным оборудованием. Рассмотрен алгоритм обработки сигналов с управляющих джойстиков контроллером Siemens S7-200.

В настоящее время одной из наиболее актуальных проблем судоходства является обмеление рек, в том числе Волги. Проблему, в частности, решают созданные в России суда с инновационным колесно-двигательным рулевым комплексом (КДРК). Они обладают малой осадкой, хорошей маневренностью, низким расходом топлива, могут работать без оборудованных причалов.

Сейчас в эксплуатации находятся три судна. Эти суда оснащены компьютеризированными системами управления (КСУ), которые позволяют существенно повысить эксплуатационные качества судов и снизить нагрузку на судоводителя. СКУ обеспечивает контроль и управление частотными приводами гребных колес, контроль и дистанционное управление механизмами и агрегатами судна, выполнение функции аварийно-предупредительной сигнализации, самодиагностики др. [1,2]. В СКУ реализованы алгоритмы управления приводами гребных колес, обеспечивающие выбор и поддержание заданной частоты вращения каждого из колес в зависимости от заданных судоводителем с помощью джойстиков направления движения и скорости движения (реализация «виртуального» руля) [3,4], а также система оперативного контроля расхода топлива [5,6].

Одной из серьезных задач при создании судовых СКУ является сопряжение контроллеров с периферийным оборудованием – задающими устройствами (джойстиками, переключателями, аналоговыми потенциометрами), датчиками (навигационными приборами, аналоговыми и дискретными датчиками температуры, давления, оборотов, уровня и других, имеющих разные интерфейсы), исполнительными устройствами (частотными приводами, электроприводами, клапанами).

В данной статье рассматриваются вопросы, связанные с организацией ввода информации с джойстиков управления и разработкой алгоритма ее обработки на промышленном контроллере Siemens S7-200 для строящегося пассажирского судна с КДРК проекта ПКС-180 с азимутальным подруливающим устройством. Программа, реализующая алгоритм обработки информации с джойстиков управления, создана в программном пакете STEP-7 Micro/win на языке LAD.

В СКУ для управления подруливающим устройством используются трехкоординатные джойстики. Степень наклона ручки определяет мощность электропривода насоса подруливающего устройства, направление наклона определяет направление движения судна, поворот головки джойстика задает положение корпуса судна [7].

Механизм джойстика включает потенциометр вращающейся головки и 2 «перпендикулярных» потенциометра с нулевой средней точкой и напряжением питания 5 вольт разной полярности на концах, определяющих угол и направление наклона ручки джойстика. Данные с двух «перпендикулярных» потенциометров можно рассматривать как координатные оси X и Y (рис. 1). Снимая напряжения с потенциометров, можно определить величину и направление радиус-вектора R. Величина вектора определяется как (рис. 1) $R = \sqrt{X^2 + Y^2}$. Направление наклона рукоятки можно определить как $\varphi = \arctg(Y / X)$.

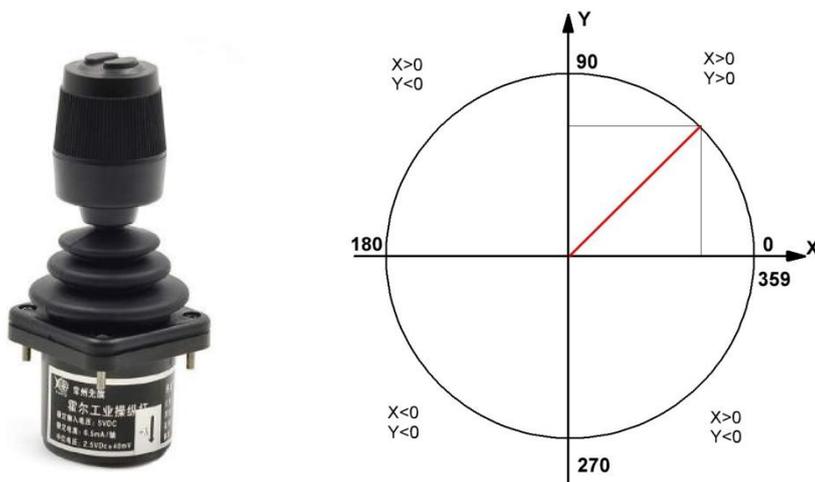


Рис.1 Джойстик управления

В контроллере Siemens S7-200 отсутствуют функции вычисления тригонометрических функций, поэтому для вычисления направления наклона ручки джойстика (угла φ) был предложен следующий алгоритм вычисления (рис. 2).

Во время запуска первого цикла работы программы происходит инициализация переменных и создание указателей для косвенной адресации. Каждые 100 мс запускается прерывание по времени, в котором выполняется программа считывания аналоговых входов. Значения записываются в переменные формата слова и имеют размерность от -32000 до 32000 ед.

Затем определяется квадрант, в котором находится вектор в текущий момент времени, и в зависимости от условий запускается одна из подпрограмм вычисления R:

- X>0; Y>0 – Подпрограмма 1;
- X<0; Y>0 – Подпрограмма 2;
- X<0; Y<0 – Подпрограмма 3;
- X>0; Y<0 – Подпрограмма 4.

При входе в подпрограмму значения конвертируются до вида вещественного числа с плавающей точкой и знаком. Готовые к расчетам значения хранятся в переменных формата двойного слова (32 бита). Вычисляется длина вектора R и результат записывается в переменную формата двойного слова. Также, в зависимости от того в каком квадранте находится вектор, в отдельную переменную заносится число 0, 90, 180, или 270 соответственно.

Поскольку контроллеры семейства S7-200 не могут вычислять тригонометрические функции (в частности, \arctg), то для его вычисления был предложен следующий алгоритм.

В подпрограмме производится расчет тангенса угла вектора соответствующего квадранта, как отношение X/Y . Результат запоминается в переменной, после чего происходит выход из подпрограммы. Программа имеет 2 блока данных (массива чисел) с заранее вычисленными значениями тангенсов определенных углов (от 1^0 до 90^0), расположенных по порядку в своих переменных. Блоки данных (рис.3) нужны для задания диапазона (DB1-от, DB2-до). Например, первая переменная DB1 хранит значение тангенса угла 1.1^0 , а первая переменная DB2 - 1.9^0 . Данный диапазон соответствует углу наклона джойстика 1^0 .



Рис. 2. Алгоритм вычисления параметров, задаваемых управляющим джойстиком

В начале программы были созданы указатели на переменные в блоках данных (указатели - переменные в которых хранится адрес другой переменной, в нашем случае это первые адреса первых значений в блоках данных DB1 и DB2). Значения в блоках данных имеют длину 4 байта, и если к указателю прибавить 4, он будет указывать на значение следующей переменной. Таким образом, можно осуществить перебор всех переменных в блоках данных.

Итак, зная тангенс текущего вектора заданного джойстиком, производится проверка условия, равно ли текущее значение нулю и меньше ли оно тангенса 0.9^0 . Если да, то на выходе получается значение равно 0 градусов, а также в бит специальной памяти заносится значение 1 (оно является флагом нуля для последующих алгоритмов). Так как флаг выставлен в 1, запускается новый цикл с предварительным обнулением значений всех счетчиков, флагов и переменных.

Если тангенс вектора не равен нулю и больше 0.9° , идет проверка, входит ли это значение в диапазон между первыми переменными блоков данных. Одновременно с этим запускается счетчик количества перебранных переменных, который изначально равен 1. Если значение тангенса не входит в интервал первых переменных, условие не выполняется, указатель инкрементирует адрес, который теперь указывает на вторые по счету значения блоков данных. Счетчик перебранных значений инкрементируется. Цикл повторяется до тех пор, пока не установится флаг окончания расчета. Когда тангенс попадает в числовой интервал, условие выполняется, и флаг окончания расчета устанавливается в 1. Если тангенс текущего вектора имеет значение, например, 0.2195 , то он будет соответствовать 12 по счету значению в блоках данных (рис. 3). На выход из счетчика посылаются 12, и флаг окончания расчета устанавливается.

Градусы	DB1		Градусы	DB2	
11,10 00	VD44 0	0,196 2	11,90 00	VD10 40	0,210 7
12,10 00	VD44 4	0,214 4	12,90 00	VD10 44	0,229 0
13,10 00	VD44 8	0,232 7	13,90 00	VD10 48	0,247 5
14,10 00	VD45 2	0,251 2	14,90 00	VD10 52	0,266 1

Рис.3. Блоки данных

Данный алгоритм справедлив для расчета угла первого квадранта, от 0 до 90° градусов. Для расчета угла большего 90° в программе предусмотрены следующие действия. В момент выполнения подпрограммы определения квадранта, в отдельную переменную заносилось число 0, 90° , 180° , или 270° (в зависимости от выполненной подпрограммы). После того как определился угол вектора в текущем квадранте к нему прибавляется число, которое заносилось в отдельную переменную. Например, если производился расчет угла 140° , после проверки условия выполняется подпрограмма 2, которая запишет в переменную число 90° . Счетчик перебранных значений блоков данных покажет угол 50° . Чтобы вывести окончательное значение угла программа прибавляет к вычисленному значению 50° число 90° . Результат выводится на внешнее устройство. После этого действия цикл завершается, и начинается новый.

Таким образом, происходит вычисление отклонения джойстика в диапазоне $00^\circ - 360^\circ$ с определением амплитуды этого отклонения.

Предложенный алгоритм обработки сигналов с управляющих джойстиков может быть использован в подсистеме ввода информации системы контроля и управления строящегося судна.

Список литературы:

- [1] Плющев В.И., Галкин Д.Н., Итальянцев С.А. Компьютеризованная система управления для пассажирского колесного теплохода. // Речной транспорт (XXI век). 2014. № 6, с. 35-37.
- [2] Грошева Л.С., Мерзляков В.И., Перевезенцев С.В., Плющев В.И. Разработка комплексной системы контроля и управления на базе промышленных контроллеров FASTWEL. // Современные технологии автоматизации. №3.-Москва, 2015.- с. 22-26
- [3] Грошева Л.С., Мерзляков В.И., Перевезенцев С.В., Плющев В.И. Контроль вектора тяги колесного движительного комплекса теплохода // Вестник Астраханского

государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2011. – № 3 – С.10-15.

[4] Грошева Л. С., Мерзляков В.И., Перевезенцев С.В., Плющаев В.И. Разработка алгоритма управления движением колесного судна с использованием виртуального руля // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. 2013. № 1. С. 17–22.

[5] Грошева Л. С., Плющаев В. И., Поляков И. С. Математическая модель для исследования расхода топлива в различных эксплуатационных режимах судна с колёсным движительно – рулевым комплексом // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: управление, вычислительная техника и информатика. – 2014. - №1. – С. 29 – 36.

[6] Плющаев В. И., Поляков И. С. Система контроля расхода топлива колесного дизель-электрохода. // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Выпуск 42. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2015. – с.46-50

[7] Грошева Л.С., Плющаев В.И. Управление судном с колесным движительно-рулевым комплексом при выполнении швартовых операций. // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология . 2017. – №4. – С.21-30.

ALGORITHM FOR PROCESSING ANALOG SIGNALS OF THE JOYSTICK FOR THE CONTROL SYSTEM OF THE THRUSTER BASED ON THE SIEMENS S7-200 CONTROLLER

A.S. Rodionov

Keywords: ship, wheel-propulsion steering system, control system, signal processing of sensors.

It is reported in the text that when creating control and monitoring systems for ships with wheel-propulsion steering complex, there are problems of interface between controllers and peripheral equipment. The algorithm for processing signals with control joysticks controller by the Siemens S7-200 is considered.