

большим. Идея устройства *Kinect* состоит в том, что система распознает части тела, основываясь на локальном анализе каждого пикселя. Распознавание образов действует с помощью структуры, которая принимает решение на основании множества образов, которым она обучена. Чтобы она работала, предоставляется классификатор, содержащий большое количество признаков, которые содержат информацию для распознавания объекта. Выбранные признаки достаточно просты. Ниже представлена формула получения признаков:

$$f = \left( d\left(x + \frac{u}{d(x)}\right) - d\left(x + \frac{v}{d(x)}\right) \right)$$

здесь  $u, v$  – пара векторов смещения, а  $d(x)$  – расстояние от устройства до точки, проецирующейся на  $x$  (глубина пикселя). Этот признак представляет собой разницу в глубине двух пикселей, смещенных относительно исходного на  $u$  и  $v$ . Смещение нормируется глубиной исходного пикселя (поделено на  $d(x)$ ).

Следующий этап – обучение классификатора, который представляет собой набор деревьев решений. Деревья обучаются на наборе признаков, заранее привязанных к соответствующим частям тела. Каждое дерево перестраивается до тех пор, пока не выдаст верную классификацию для каждой части тела на тестовых изображениях. Далее обученные классификаторы определяют вероятность принадлежности пикселя к какой-либо части тела; после этого алгоритм отбирает области с наибольшей вероятностью для частей каждого типа. На последнем этапе производится вычисление предполагаемого местоположения суставов относительно областей, определенных как части тела.

*Microsoft Kinect* – это технология распознавания движений человека, основанная на нескольких камерах и лазере. Примечательна тем, что для распознавания движений нужно лишь войти в зону видимости камер – никаких дополнительных контроллеров брать в руки не требуется. Это устройство безусловно можно считать прорывом в области искусственного интеллекта.

### Список литературы

1. Real-Time Human Pose Recognition in Parts from a Single Depth Image. URL: <http://research.microsoft.com/apps/pubs/default.aspx?id=145347>.

УДК 004

## МОДЕРНИЗАЦИЯ МОБИЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ТРАНСПОРТНОГО РОБОТА С ЦИФРОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

*М.И. Рудко*

*Научный руководитель: И.А. Тутов, ассистент ИКСУ ИК ТПУ  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
E-mail: rudko2005@mail.ru*

### Введение

В настоящее время большое развитие получили промышленные мобильные роботы способные реагировать на объект, определять и преодолевать препятствие.

Так как в советское время был большой задел подобных систем, то их применение в настоящем времени требует модернизации элементной части мехатронных электроприводов, главным образом, именно электронной составляющей. Исходя из этих соображений, в ходе выпускной квалификационной работы для модернизации была выбрана мобильная транспортная платформа [1].

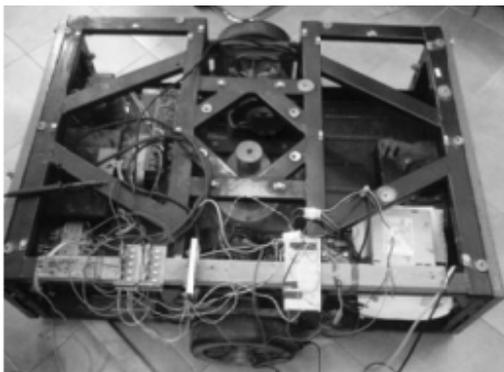


Рис. 1. Внешний вид мобильной транспортной платформы

Был произведен анализ доступной элементной базы и спроектировано и разработана данная система. Поставлены задачи:

- Выбор и применение преобразователя силовой части;
- Разработать и реализовать систему работы тактильных датчиков, для блокировки дальнейшего движения системы;
- Подобрать инкрементальный энкодер, применить для данных мехатронных приводов.

### Выбор преобразователя

Особенности данных двигателей постоянного тока ПЯ-250Ф изображенных на рис. 2 от других заключаются в низкой индуктивности и активного сопротивления якоря, малом моменте инерции ротора.

Рассмотрев предложенные варианты элементной базы видов преобразователей, выберем следующий (рис. 3). Выбор основан на том, что только данный силовой драйвер удовлетворяет требованиям к силовой части преобразователя. Таким образом, эта модель выдерживает высокие пиковые и постоянные токи, является ресурсоэффективной, то есть рассеивать меньшее количество мощности.



Рис. 2. Двигатель постоянного тока ПЯ-250Ф



Рис. 3. Драйвер двигателя. Внешний вид

ШИМ сигнал, частотой 26 кГц, характеризующий скорость вращения двигателя ( $u_1$ ), логический сигнал направления вращения ( $u_2$ ), а также сигнал экстренного останова ( $u_3$ ) поступает с контроллера на блок гальванической развязки, служащий для защиты процессора от возможных перегрузок в силовых и управляющих цепях. Чтобы не допускать запрещенных состояний в драйвере двигателя (открытие верхнего и нижнего транзисторов разных диагоналей H-моста), а так же чрезмерно больших скачков токов при реверсе двигателя был

введен блок логики, аппаратно реализующий задержку при смене направления вращения двигателя, и блокировку. Логика блока реализована на триггерах Шмидта. Схема, раскрывающая структуру, представлена на рис. 4.

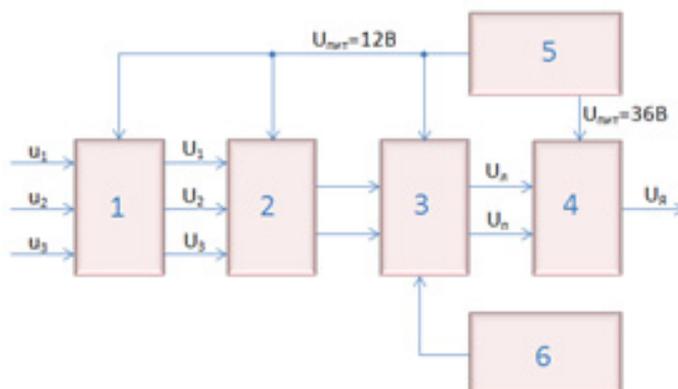


Рис. 4. Структурная схема преобразователя:  
1 – блок гальванической развязки, 2 – блок логики, 3 – блок драйверов, 4 – блок силовых ключей,  
5 – блок питания схемы, 6 – блок коррекции

### Система тактильных датчиков

Преобразование линейного или углового перемещения механической части фиксирующего устройства, при воздействии на него препятствия, изменяет уровень напряжения на преобразователе с высокого на низкий. В результате чего драйвер прекращает подачу напряжения на привод.

Восемь датчиков закрепленные по периметру робота, как показано на рис. 5, их механическая часть соединена между собой нерастяжимой нейлоновой струной на расстоянии 4 сантиметра от горизонтальной поверхности.

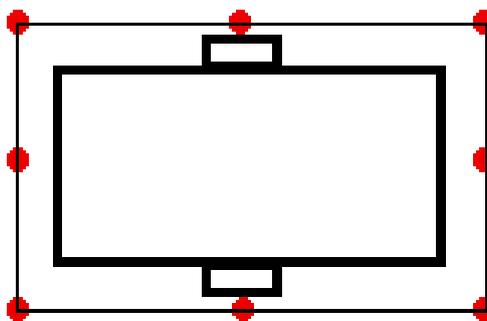


Рис. 5. Схема расположения датчиков

Стяжка механической части необходима для того, чтобы контролировать всю возможную зону соприкосновения платформы с препятствием.

Из соображения «Цена – надежность» в качестве датчика выбирался концевой переключатель КВД 610.

### Инкрементальный энкодер

Декодер имеет два датчика КТІR0511S: А и В. Датчики сдвинуты друг относительно друга на половину ширины штриха (или четверть шага диска), поэтому сигналы получаются сдвинуты по фазе на  $\pi/2$ . Примем для определенности, что сигнал В отстает от сигнала А при повороте диска против часовой стрелки:

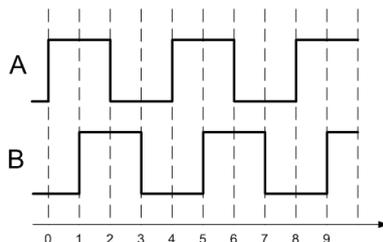


Рис. 6. Форма сигналов датчиков A и B

Из рис. 6 видно, что при движении диска против часовой стрелки (состояния 0-1-2-3-4...) в момент перехода сигнала A из состояния 0 в 1 (передний фронт) сигнал B всегда находится в состоянии 0 (см. состояния 0, 4, 8). Если же диск движется по часовой стрелке (7-6-5-4-3...), сигнал B всегда находится в состоянии 1 (состояния 6, 2) [2].

Рассмотрев комбинацию значений  $\langle BA \rangle$  как двухразрядное двоичное число, получаем циклическую последовательность: 00 – 01 – 11 – 10 – 00 ...

В обычном двоичном представлении, когда каждый разряд представляет соответствующую ему степень двойки, эта последовательность интерпретируется как 0 – 1 – 3 – 2 – 0 ... и не несет большого смысла. Но если рассмотреть эту последовательность как код Грея, она представляется гораздо более осмысленной: 0 – 1 – 2 – 3 – 0 ... Соответственно, при обратном направлении вращения диска (по часовой стрелке) эта последовательность принимает вид 0 – 3 – 2 – 1 – 0 ...

Такие последовательности очень похожи на смену состояний некоего конечного автомата:

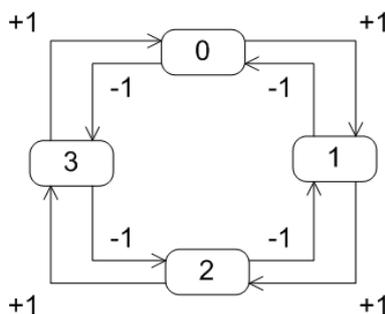


Рис. 7. Диаграмма состояний конечного автомата

### Заключение

В результате выполнения научно-исследовательской работы был модернизирован преобразователь питания ДПТ. Разработан надежный модуль, позволяющий управлять движением платформы. В дальнейшем данная платформа будет оснащена набором интеллектуальных датчиков и микропроцессорным блоком, что позволит создать полноценную систему управления ее движением.

### Список литературы

1. Тутов И.А. Цифровой электропривод двигателя постоянного тока // Вестник науки Сибири. – 2011. – № 1 (1).
2. Устройства и процедуры обработки данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://club.shelek.ru/viewart.php?id=369>.
3. Лихолат А.Д. Разработка электропривода мобильной платформы транспортного робота с цифровым управлением. МСИТ. 2012.