

## **ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ**

**Матрунчик Ю.Н., Касперович И.В., Мацкевич И.С., Остапец В.А.**

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

Повышающийся спрос на внедрение промышленных и коллаборативных роботов в производство требует от интеграторов разработки новых подходов к автоматизации производств. Одной из популярных задач интеграторов при работе с роботами является задача «pick&place» - поднять случайно расположенный объект на плоскости и разместить в другом месте в определённом порядке.

В рамках разработки системы с такими возможностями можно выделить следующие функциональные подсистемы:

- подсистема управления, которая предназначена для перемещения захватного устройства робота (т.н. гриппера) в пространстве;
- подсистема распознавания, которая предназначена для распознавания детали на плоскости, определения положения детали в пространстве и её классификации (например, по цветам);
- подсистема сортировки, которая предназначена для раскладки деталей (паллетой или по цветам);
- подсистема обработки данных, предназначенная для подсчёта количества и типа деталей, подающей сигнал следующей части системы (например, сигнал конвейеру для последующего перемещения загруженной паллеты или коробки).

Большинство современных промышленных роботов имеет возможность непосредственного управления с помощью API – программного интерфейса, предоставленного разработчиком программного обеспечения робота, написанного на языке программирования (чаще всего – на общем, реже – собственной разработки), поэтому для разработки программно-алгоритмического обеспечения немаловажную роль играет язык программирования – предпочтительно использовать простой, лаконичный и универсальный для всех подсистем язык программирования, в первую очередь устраняющий проблему трансляции кода из одного языка программирования в другой – например, Python.

Значительная часть систем распознавания (таких как нейронные сети) написана именно на Python, кроме этого этот язык программирования имеет возможности разработки человеко-машинного интерфейса, а наличие Python API для управления роботом у некоторых моделей промышленных и коллаборативных роботов не позволяет игнорировать его возможности. Лёгкость управления роботом через Python API позволяет использовать робота даже неквалифицированным специалистам, имеющим лишь навыки программирования в языке Python.

Таким образом, алгоритм работы робототехнической системы можно заключить в выполнении следующих шагов:

1. Задание параметров в человеко-машинном интерфейсе: скорость движения робота, размеры объектов, расстояние между деталями и, на выбор, размеры паллеты и порядок цветов и другие.

2. Перемещение робота в положение, удобном для распознавания деталей (подсистема управления).

3. Включение камеры для захвата изображения (подсистема управления).

4. Получение изображения и передача его в компьютер для последующей обработки (подсистема управления).

5. Обработка изображения для получения контуров деталей (подсистема распознавания).

6. Детектирование объектов на плоскости и получение координат центров деталей (используя библиотеку OpenCV), нахождение угла относительно рабочей области (подсистема распознавания).

7. Перемещение робота в координаты, основанные на координатах центров деталей, удобные для захвата (подсистема управления).

8. Захват деталей роботом-манипулятором (подсистема управления).

9. Перемещение детали роботом-манипулятором в позицию раскладки (подсистема управления).

10. Установка детали на плоскости согласно алгоритму паллетирования (подсистема сортировки).

11. Изменение параметров счётчиков, подсчитывающих общее количество деталей (подсистема обработки данных).

12. Возврат в позицию, удобную для распознавания деталей и последующий повтор пунктов 2-10.

13. Отображение общего количества деталей (подсистема обработки результатов) и передача сигнала следующей части системы.

1. Кинсан Фу, Рафаэль Гонсалес, К.Ли. Робототехника. –М.Мир 1989.

2. Информационные устройства робототехнических систем : учебное пособие под ред. С. Л. Зенкевича, А. С. Ющенко. – М. : Изд-во МГТУ им. Баумана , 2015 . – 384 с.

УДК 621.9.047.7

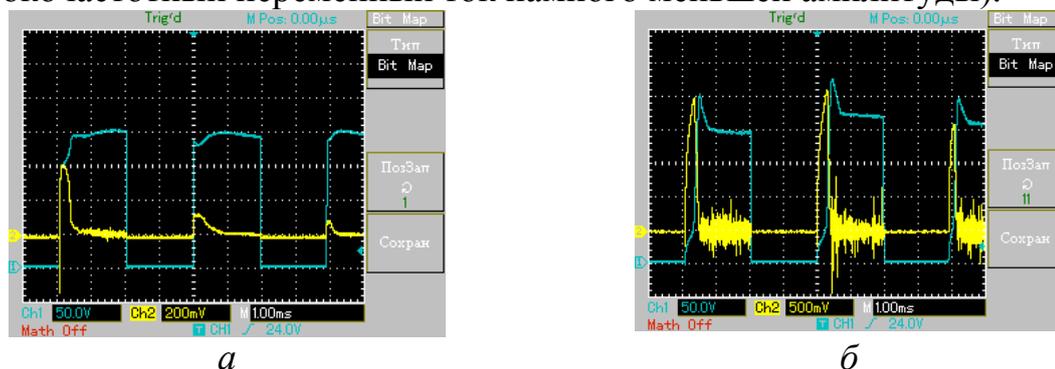
## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОГО ПОЛИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ УПРАВЛЯЕМЫХ ИМПУЛЬСНЫХ РЕЖИМОВ

Алексеев Ю.Г., Королёв А.Ю., Нисс В.С., Паршута А.Э., Сорока Е.В.  
Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Республика Беларусь

Для снижения энергоёмкости и повышения эффективности процесса электролитно-плазменного полирования металлических материалов при сохранении высокой интенсивности, качества обработки и экологической безопасности разработан принципиально новый импульсный метод, совмещающий преимущества как электрохимической, так и электролитно-плазменной обработки. Метод реализуется за счет совмещения в пределах одного импульса миллисекундной длительности амплитудой более 200 В двух чередующихся стадий: электрохимической и электролитно-плазменной [1].

В работе исследовалось изменение удельного съёма в процессе обработки поверхности и плотности тока. Для обработки образцов использовались электролиты двух составов: 1. раствор сульфата аммония в дистиллированной воде с концентрацией от 2 до 40%; 2. раствор сульфата аммония в дистиллированной воде с концентрацией от 2 до 40% с добавлением 1% лимонной кислоты.

Импульсный процесс в электролите при достаточно высоком напряжении (рис. 1) имеет две различные стадии: электрохимическую (импульс постоянного тока), и электролитно-плазменную (высокочастотный переменный ток намного меньшей амплитуды).



а – концентрация 2%; б – концентрация 40%

Рис. 1 – Осциллограммы импульсов тока и напряжения при обработке стали AISI 316 в водном растворе сульфата аммония