

УДК 621.865.8:004.896

## Модернизация аппаратно-программного комплекса для решения задачи автоматического захвата и перемещения объекта

|   |                                 |                       |
|---|---------------------------------|-----------------------|
| © | Бажинова Ксения Владимировна    | bazhinova@bk.ru       |
|   | Селиверстова Елена Владимировна | feoktistovaev@mail.ru |
|   | Лесков Алексей Григорьевич      | agleskov@rambler.ru   |

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 125005, Россия

*Представлены модернизированные структура и алгоритмы функционирования разработанного в 2013 г. в МГТУ им. Н.Э. Баумана аппаратно-программного комплекса, предназначенного для моделирования и отработки роботизированных операций захвата и перемещения объектов. Приведен пример решения задачи автоматического манипулирования объектами.*

**Ключевые слова:** аппаратно-программный комплекс, локализация объекта, автоматический захват, планирование захвата, база данных объектов.

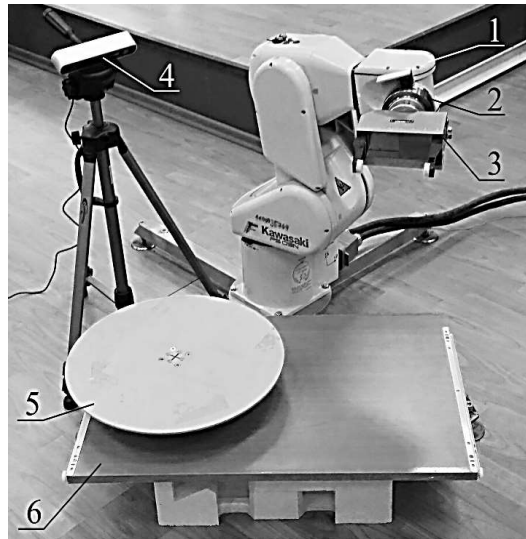
В настоящее время большое внимание уделяется вопросам управления автономных манипуляционных роботов. Главное отличие рассматриваемых систем от дистанционно управляемых состоит в исключении человека-оператора из контура непрерывного управления. Управляющая деятельность оператора сводится к выдаче дискретных команд-целеуказаний и контролю хода их выполнения. Преимущества таких систем — это значительное сокращение времени, затрачиваемого на выполнение операции, и снижение требований к уровню подготовки операторов.

Рассмотрим модернизированные структуру и алгоритмы функционирования разработанного в 2013 г. в МГТУ им. Н.Э. Баумана аппаратно-программного комплекса (рис. 1), предназначенного для моделирования и отработки роботизированных операций захвата и перемещения объектов [1].

Программное обеспечение аппаратно-программного комплекса построено на метаоперационной системе ROS и является результатом развития существующих комплексов [1, 2].

Новыми являются алгоритмы определения физических свойств объектов манипулирования [3]. Модернизированный алгоритм формирования 3D-моделей объектов манипулирования основан на реализованных на GPU алгоритмах TSDF и ICP, что

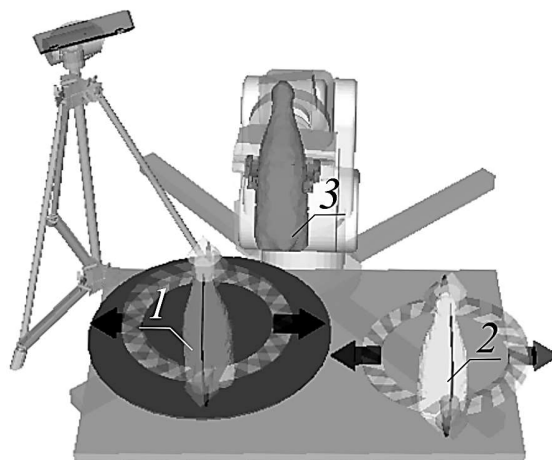
позволяет строить поверхность с более высокой точностью. Разработан оригинальный алгоритм генерации гипотез захвата на основе представления поверхности объектов манипулирования в виде многогранника. Предложены новые способы оценки захвата и моделирования захвата с учетом физических свойств объектов манипулирования. Модернизированный алгоритм автоматической локализации объектов манипулирования реализован на GPU, что значительно сокращает время работы алгоритма. Разработан удобный графический интерфейс пользователя.



**Рис. 1.** Внешний вид комплекса:

1 — промышленный робот; 2 — силомоментный датчик;  
3 — захватное устройство; 4 — стереокамера; 5 — поворотный стол с функцией измерения веса; 6 — предметный стол

На базе модернизированного аппаратно-программного комплекса осуществлена экспериментальная операция автоматического захвата объекта, размещенного в случайном месте рабочей зоны комплекса, и его перемещения в произвольное место с произвольной ориентацией, указанные оператором (рис. 2).



**Рис 2.** Рабочая область и виртуальная сцена при выполнении операции:

1 — начальное положение объекта манипулирования, определяемое в автоматическом режиме; 2 — положение объекта манипулирования в процессе выполнения операции; 3 — желаемое положение объекта манипулирования, задаваемое оператором

Таким образом, модернизированные структура и алгоритмы функционирования аппаратно-программного комплекса позволяют более эффективно решать задачи роботизированного захвата и манипулирования объектами, находящимися в случайном месте рабочей зоны комплекса. Комплекс используется при решении задач экспериментальной отработки исследований, проводимых коллективом авторов в рамках НИР и ОКР, а также в учебном процессе МГТУ им. Н.Э. Баумана.

### Литература

- [1] Лесков А.Г., Илларионов В.В., Калеватых И.А., Морошкин С.Д., Бажинова К.В., Феоктистова Е.В. Аппаратно-программный комплекс для решения задач автоматического захвата объекта манипуляторами. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2015, № 1. [Электрон. ресурс] <http://engjournal.ru/articles/1361/1361.pdf> (дата обращения 03.05.2017).
- [2] Калеватых И.А., Лесков А.Г. Использование robot operating system (ROS) для создания полунатурного моделирующего комплекса манипуляционных роботов. *Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана*, 2012, № 11. [Электрон. ресурс] <http://engbul.bmstu.ru/doc/496529.html> (дата обращения 03.05.2017)
- [3] Лесков А.Г., Селиверстова Е.В., Бажинова Б.К. Определение в автоматическом режиме упругих свойств объекта манипулирования и коэффициента трения между объектом и звеньями захватного устройства. *Сб. докл. IX Всерос. конф. молодых ученых и специалистов «Будущее машиностроения России»*, 2016, с. 665–667.

## Modernization of Hardware–Software Complex for Automatic Pick and Place Applications

|   |                                                    |                                                                 |
|---|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| © | Bazhinova K.V.<br>Seliverstova E.V.<br>Leskov A.G. | bazhinova@bk.ru<br>feoktistovaev@mail.ru<br>agleskov@rambler.ru |
|---|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|

BMSTU, Moscow, 125005, Russia

*The article presents a modernization of the developed in BMSTU hardware-software complex for modeling and validation of robotic pick and place operations. Implementation of automatic pick and place of the object is illustrated by examples.*

**Keywords:** *hardware–software complex, object localization, automatic pick and place, grasp planning, object database*