

УДК 004.031.42

ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ РОБОТАМИ

Сергеев А.В., Сергеев С.Ф.

*Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский
институт робототехники и технической кибернетики (ЦНИИ РТК),
Санкт-Петербург*

Ключевые слова: промышленный робот, виртуальная реальность, человеко-машинный интерфейс, управление роботами, ситуационная осведомлённость.

Аннотация: Дистанционное управление роботами требует от оператора принятия решений на основании знаний о пространственной конфигурации робота, его окружения, объектов взаимодействия, а также прогноза изменений, которые произойдут с течением времени. Человек имеет существенные ограничения по обработке и хранению информации. В статье рассматриваются способы организации интерфейсов виртуальной реальности для управления роботами. Предлагаемое решение апробировано на реальном роботе и включает в себя универсальный решатель обратной задачи кинематики, планировщик траектории и поддерживает работу в траекторном режиме.

THE USE OF VIRTUAL TOOLS TO CONTROL INDUSTRIAL ROBOTS

Sergeev A.V., Sergeev S.F.

*Central Research and Development Institute of Robotics and Technical Cybernetics"
(Central Research Institute of RTK),
St. Petersburg*

Keywords: industrial robot, virtual reality, human-machine interface, robot control, situational awareness.

Abstract: Remote control of robots requires the operator to make decisions based on knowledge about the spatial configuration of the robot, its environment, objects of interaction, as well as forecasting changes that will occur over time. A person has significant limitations on the processing and storage of information. The article discusses ways to organize virtual reality interfaces for controlling robots. The proposed solution has been tested on a real robot and includes a universal solver for the inverse kinematics problem, a trajectory planner and supports operation in trajectory mode.

Эффективность взаимодействия человека и робота существенно повышается с появлением и распространением устройств виртуальной реальности. Расширяются возможности представления информации и способов обеспечения управляющих воздействий со стороны оператора. Однако, человек имеет физиологические ограничения пропускной способности перцептивной системы, которая позволяет ему оперировать не более чем 7 ± 2 объектами («магическое» число Миллера) [1]. Всё что превышает данный объем не воспринимается. По нашему опыту мы знаем, что представить конфигурацию манипулятора по данным углов поворота шарниров для человека является очень сложной задачей. Наиболее естественным для человека является восприятие

трёхмерного пространства. Для его построения предлагается использовать заранее известные модели объектов, а также модели объектов, построенные системой технического зрения, которые на основании датчиков обратной связи конфигурируются и расставляются по виртуальной сцене. Таким образом оператор, не имея возможности присутствовать непосредственно в рабочей зоне может видеть её виртуальную копию, которую он использует для принятия решений. Это позволяет оптимизировать процессы распределения психофизиологических ресурсов человека.

Такая виртуальная среда (индуцированная реальность) может содержать элементы, которые строятся не в виде копии реального мира, а являются понятной для человека метафорой. Например, можно использовать двумерный интерфейс в виде плоской поверхности, висящей в пространстве рядом с управляемым объектом, как показано на рисунке 1. Большинству людей интуитивно понятно, как осуществлять взаимодействие с подобного рода интерфейсами.

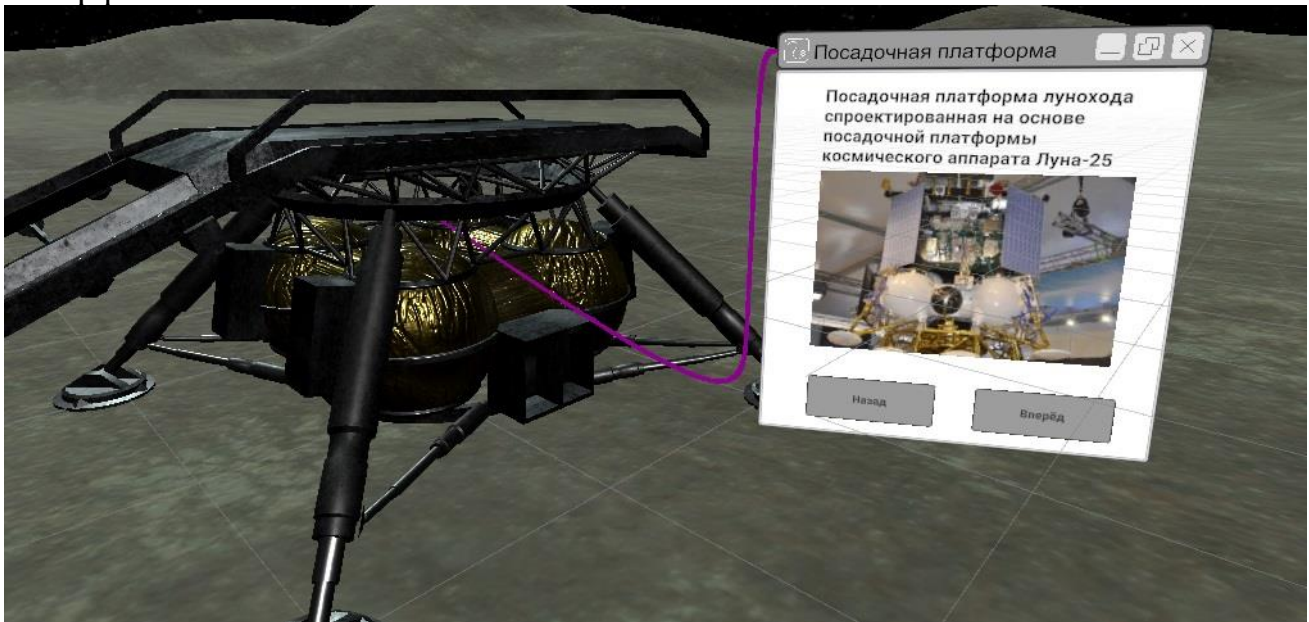


Рис. 1. Интерфейс управления в виртуальном пространстве

В ЦНИИ РТК уже несколько лет ведется разработка и исследования человеко-машинных интерфейсов для управления робототехническими системами, посредством интерфейсов виртуальной реальности [2, 3, 4, 5].

Архитектуру системы управления можно условно разделить на несколько частей: оператор, устройства виртуальной реальности, приложение Unity, ROS и физический робот. Сцена Unity содержит цифровую модель робота и объекты окружения, графический пользовательский интерфейс. Джойстики позволяют оператору взаимодействовать с графическим интерфейсом и объектами (маркерами и виртуальными инструментами) на рабочей сцене. Модель робота обновляется по пакетам ROS, которые постоянно циркулируют между Unity и ROS. ROS управляет движениями через контроллеры робота, в которые передаётся управление и возвращаются данные о текущем состоянии робота. Эти

данные затем передаются в Unity, где используются для отображения текущего состояния робота на виртуальной сцене. Оператору кроме обычных двумерных интерфейсов доступны также и виртуальные инструменты, представляющие собой трёхмерные объекты на сцене, которые не имеют соответствующих аналогов в реальном мире.

В протестированной системе реализован режим копирующего управления, когда при нажатии курка оператором связывало заданное положение рабочего органа манипулятора и текущее положение руки оператора, все перемещения копировались в реальном времени. В виртуальном пространстве отображалось два манипулятора, один строился по данным от реального робота, а конфигурацию второго определял решатель обратной задачи кинематики исходя из заданного положения рабочего органа. Оператор может видеть одновременно движения реального робота и задаваемое им самим положение, к которому робот переходит по прямой линии от текущего.

Виртуальный интерфейс был протестирован на двенадцати испытуемых, имеющих различный опыт использования виртуальной реальности. Все участники успешно выполнили тестовое задание, а также высоко оценили простоту и интуитивность разработанного интерфейса управления.

Заключение

Для обеспечения быстрой, точной и безопасной работы робота необходимы пользовательские интерфейсы, обеспечивающие соответствие сложности решаемой задачи с возможностями оператора. VR интерфейсы позволяют компенсировать недостаток в когнитивных возможностях оператора. В этой работе представлена удобная и интуитивно понятная система управления роботом.

Список литературы

1. Miller, George A. The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information // *Psychological Review*. – Vol. 63 (2), Mar 1956. – P. 81-97.
2. Сергеев А.В., Сергеев С.Ф. Редукция сложности в интерфейсах робототехнических и эргатических систем // *Робототехника и техническая кибернетика*. – 2019. – Т. 7. – № 2. – С. 109–118. – DOI 10.31776/RTCJ.7204. – EDN WRLEPI
3. Сергеев А.В., Титов В.В., Шардыко И.В. Индуцированная виртуальная среда управления манипулятором, предназначенным для работы с радиоактивными материалами // *Робототехника и техническая кибернетика*. – 2021. – Т. 9. – № 1. – С. 32–41. – DOI 10.31776/RTCJ.9104. – EDN JFOOYE
4. Сергеев А.В., Юсупова А.Ю., Сергеев С.Ф. Мультимерные интерфейсы в активной управляющей индуцированной виртуальной среде // *Робототехника и техническая кибернетика*. – 2022. – Т. 10. – № 4. – С. 261–266. – DOI 10.31776/RTCJ.10403. – EDN KWMSGK
5. Сергеев С.Ф., Сергеев А.В. Опознавание объектов с переменными признаками, движущихся в организованных группах в виртуальном 3D пространстве // *Сборник тезисов XXIV съезда физиологического общества им. И.П. Павлова, Санкт-Петербург, 11–15 сентября 2023 года*. – Санкт-Петербург: ООО «Издательство ВВМ», 2023. – С. 523. – EDN WDFGWR

Сведения об авторах:

Сергеев Алексей Викторович – аспирант СПбПУ, нач. отдела ЦНИИ РТК

Сергеев Сергей Федорович – д.пс.н., профессор СПбГУ, нач. лаборатории СПбПУ