

УДАЛЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ РОБОТОТЕХНИКЕ НА БАЗЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-МОДЕЛИРУЮЩЕГО СТЕНДА

АННОТАЦИЯ

Доклад посвящен построению и использованию в учебных целях функционально-моделирующих стендов манипуляционных роботов, которые управляются в удаленном режиме. Основа стендов — полунатурные модели манипуляционных роботов, включающие компьютерные модели и физические макеты на основе серийных промышленных роботов. Пользователь стенда имеет возможность в режиме дистанционного доступа выбрать структуру и параметры системы управления роботом и запрограммировать его для решения конкретных задач.

ВВЕДЕНИЕ

Студенты, обучающиеся робототехническим специальностям, должны получать не только теоретическую, но и практическую подготовку. Робототехническое оборудование само по себе довольно дорого, и снабдить каждого студента личным роботом невозможно. В то же время промышленный робот (ПР) является изделием, которое необходимо подготовить к решению различных задач — разработать программное обеспечение, снабдить навесным оборудованием и т.п. Таким образом, промышленный манипулятор сам по себе, «с конвейера», не приспособлен решать сложные задачи, тем более быть частью учебного процесса.

Эффективным решением проблемы является организация удаленного доступа к роботам, снабженным распространенным в робототехнике навесным оборудованием и соответствующим методическим и программным обеспечением.

1. ФУНКЦИОНАЛЬНО-МОДЕЛИРУЮЩИЙ СТЕНД

На базе функционально-моделирующего стенда (ФМС) Лаборатории специальной робототехники и мехатроники Дмитровского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана создана Интернет-лаборатория «Робототехника» [1], которая предоставляет возможность, используя технологии сетевого доступа, проводить удаленные лабораторные практикумы на реальном сложном робототехническом оборудовании.

ФМС представляет собой полунатурный комплекс, включающий в себя несколько объединенных в сеть персональных компьютеров, промышленные роботы, средства человеко-машинного интерфейса, мультимедиа-системы с передачей изображения через сеть Интернет. ФМС космических манипуляционных роботов (КМР) — эффективный инструмент

для проведения исследований по широкому кругу проблем космической робототехники (человеко-машинный интерфейс, роботизированные технологии сборки и обслуживания и др.). ФМС КМР (рис. 1) может служить ядром для построения тренажеров, а также систем подготовки и сопровождения роботизированных операций в космосе.

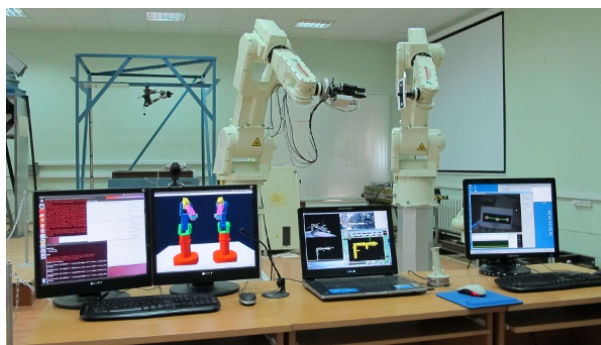


Рис. 1. Функционально-моделирующий стенд космических манипуляционных роботов (МР)

ФМС позволяет:

- моделировать в реальном масштабе времени динамику и процессы управления различными МР как в виртуальной форме, так и на физическом уровне, в том числе при выполнении контактных операций, операций с использованием аппаратуры систем наведения, рабочих инструментов и средств человеко-машинного интерфейса;
- задавать параметры модели МР;
- готовить, отрабатывать и верифицировать алгоритмы управления и программы действий (авто-секвенции) МР;
- осуществлять регистрацию характеристик динамических процессов и логики функционирования; оценивать эффективность управляющей деятельности операторов МР, разрабатывать и реализовывать эффективные методики подготовки операторов;
- осуществлять дистанционный доступ к управлению ФМС по сети Интернет с использованием режима видеоконференции.

Аппаратную основу ФМС составляют три промышленных робота: два KAWASAKI FS-020N грузоподъемностью 20 кг каждый и один — KAWASAKI FS-003N грузоподъемностью 3 кг.

Инструментальные фланцы промышленных роботов FS-020N оснащены шестикомпонентными силомоментными датчиками, на которых установлены захватные устройства манипулятора различного типа: трехпальцевый центрирующий электрический для силового захвата объектов цилиндрической формы, а также трехпалавая кисть с тактильным очувствлением для деликатного захвата объектов сложной формы.

Стенд оснащен различными системами технического зрения: моноскопической, установленной в рабочий орган одного из ПР FS-020N, и стереоскопической съемной, а также системой построения карты глубин сцены на основе MS Kinect, установленной на ПР FS-003N.

В качестве средств управления стенда используются программные пульта управления, геймпады, джойстики, а также голосовое управление.

2. УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ МОДЕЛЯМИ РАЗЛИЧНЫХ МАНИПУЛЯЦИОННЫХ РОБОТОВ

Ядром ФМС является инвариантная к моделируемому манипуляционному роботу моделирующая система реального времени (MCPB) — универсальная система моделирования МР в реальном масштабе времени. MCPB осуществляет автоматическое формирование уравнений МР и решение этих уравнений численными методами.

Удаленный пользователь имеет возможность дистанционно управлять полунатурной моделью МР (рис. 2).

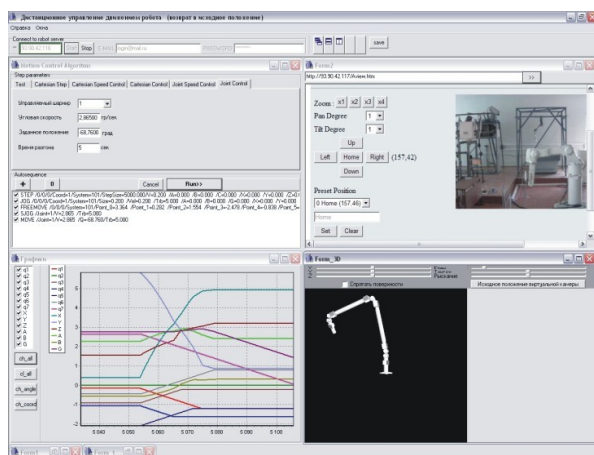


Рис. 2. Клиентский пользовательский интерфейс сетевого управления МР

При подключении удаленного пользователя MCPB принимает команды управления в составе сформированной пользователем миссии, обрабатывает их на математической модели и реальном роботе и возвращает параметры состояния модели и реального робота в клиентский пользовательский интерфейс управления через сеть Интернет [2] с частотой около трех раз в секунду.

3. УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ МОДЕЛЬЮ МАНИПУЛЯЦИОННОГО РОБОТА

В штатном режиме в ФМС введены параметры КМР. В составе ФМС имеется специальный пульт человеко-машинного интерфейса, который позволяет решать задачи ввода команд управления и отображения информации о движении МР в цифровой и графической форме.

Пульт управления осуществляет сетевое взаимодействие (обмен командами и данными) с моделирующей системой стенда.

4. УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДВУРУКИМ РОБОТОМ

Два промышленных робота ФМС образуют двурукий робототехнический комплекс, а третий ПР оснащен видеокамерой. Удаленный пользователь имеет возможность управлять связанным движением двух рук комплекса. Оператор может задавать их перемещение по шести координатам, а также изменять расстояние между руками с целью захвата различных предметов.

Управление комплексом осуществляется с помощью игрового геймпада. Программы дистанционного управления преобразуют отклонение рукояток геймпада в скорости перемещения рук. В качестве обратной связи оператор получает информацию о положениях и скоростях конечных точек обеих рук, положениях и скоростях шарниров каждой руки, силовые и моментные воздействия, оказываемые на рабочие органы рук. Цикл удаленного управления двуруким роботом в среднем составляет около 0,1 секунды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Важно давать студентам практические навыки работы с роботами. ФМС позволяет прививать такие навыки при работе как с серийными ПР, так и со сложными манипуляционными системами, которые невозможно эксплуатировать в земных условиях. Созданная Интернет-лаборатория «Робототехника» предоставляет возможность проводить удаленные лабораторные практикумы на реальном сложном робототехническом оборудовании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Integrated** Laboratory Instruction in Robotics / V.V. Illarionov, A.G. Leskov, S.M. Leskova et al. // Proc. Intern. Conf. on Engineering Education (ICEE-2008). — Pecs — Budapest, Hungary, 2008. — Paper №. 83. — 6 p.
2. **Using** Integrated assembly of Virtual and Real Robot System with Remote Access for Practical Training / V.V. Illarionov, S.V. Korshunov, A.G. Leskov et al. // Innovations 2009: World Innovations in Engineering Education and Research / Editors W. Aung et al. — INEER, Arlington, VA 22205, USA, 2009. — P. 99—108.