

Использование моделирующей среды для создания программного обеспечения программно-аппаратного комплекса управления роботом-манипулятором семейства Katana фирмы Neuronics AG

Статья посвящена проблемам создания программных интерфейсов для управления роботами. Описана методика создания программного интерфейса на основе свободно распространяемых библиотек C++ KNI для семейства роботов ф. Neuronics AG в симуляторе Webots и на реальном оборудовании для модели Katana 5M180. Приведена реализация языка программно-аппаратного комплекса управления роботом-манипулятором ф. Neuronics AG.

Введение

Непрерывно развиваясь, промышленная робототехника ведет свою историю с 60-х гг. XX века, оказывая сильное положительное влияние на качество и интенсивность практически любого производства. Робот-манипулятор – это автономное устройство, состоящее из механического манипулятора и перепрограммируемой системы управления, которое применяется для перемещения объектов в пространстве и для выполнения различных производственных процессов. Роботы-манипуляторы широко используются в лабораторных исследованиях, автоматизированном промышленном производстве, измерениях и т.д. [1-7].

Объектом исследования является робот-манипулятор Katana фирмы Neuronics AG (Швейцария) [8] и его модель в симуляторе Webots [9]. Среди роботов-манипуляторов продукция фирмы Neuronics выделяется такими преимуществами как относительно доступная цена, интеллектуальность, наличие целого семейства роботов Katana для использования в различных целях.

Цели работы

Область программирования роботов обладает собственным кругом задач, которые должны иметь решение, как в практической сфере, так и в сфере теоретической. Среди прочих проблем, основными являются: вопросы взаимодействия робота и человека во всем многообразии способов и целей (программирования, искусственного интеллекта), деятельности робота в пространстве, моделирования поведения робота и т.д.

В данной работе преследуются следующие цели:

- исследование методов программного управления роботами-манипуляторами Katana фирмы Neuronics в операционных системах Linux и MS Windows;
- разработка программного интерфейса на основе библиотеки KNI [10] и микропрограммного обеспечения (Firmware) робота;
- проектирование и разработка пользовательского интерфейса (ПИ) для программного управления роботами-манипуляторами Katana фирмы Neuronics.

Разработка программного интерфейса на основе KNI

Исследуемый робот Katana 5M180 (см. рис.1) размещен в лаборатории кафедры ЭАПУ ДонНТУ.



Рисунок 1 – Katana 5M180 ф. Neuronics AG

Программное обеспечение для управления роботом Katana представляет собой кроссплатформенную библиотеку KNI 4.3.0 (Katana Native Interface) с открытым кодом на языке C++. KNI предоставляет набор классов для управления роботом на более высоком уровне абстракции, чем команды Firmware. Разработчику программного обеспечения (ПО) для управления роботами-манипуляторами Katana также доступно описание системы команд самого робота.

Это позволяет разрабатывать системы программного управления роботами-манипуляторами для различных предметных областей. С другой стороны, проанализировать использование этой библиотеки по научным публикациям достаточно сложно, так как пользователям доступны только сама библиотека и описание языка команд самого робота.

Библиотеку KNI можно также использовать и в симуляторе роботов Webots [9], создавая модели роботов компании Neuronics AG. Поэтому при разработке ПО для управления роботами используют два метода:

- моделирование в среде симулятора;
- программирование и тестирование с помощью программно-аппаратного комплекса с использованием робота.

На рис. 2 приведена архитектура ПО управления роботом.



Рисунок 2 – Архитектура ПО управления роботами-манипуляторами фирмы Neuronics AG

Физически она разделена на три части: верхняя часть выполняется на компьютере (Software), нижняя (Firmware) – процессором робота, а информация (команды, ответы) передаются через протокол COM-порта.

Вербальный язык управления роботом

В рамках работы над интерфейсом пользователя был разработан вербальный язык управления роботом. Команды языка перечислены в таблице 1.

Фактически KNI вместе с пользовательским интерфейсом работает как интерпретатор команд человека в команды, понятные встроенному ПО (Firmware) робота. Алгоритм работы транслятора языка управления роботом приведен на рис. 3.

Например, команда установить робот в заданное положение:

«M: 0, 28528, 15021, 32014, 7741»

преобразуется в набор команд, которые посылаются ему для немедленного исполнения:

d : 1 24 28528 -25 0

d : 2 24 15021 -25 0

d : 3 24 32014 -25 0

d : 4 24 7741 -25 0

Схема работы программной части программно-аппаратного комплекса управления роботом-манипулятором ф. Neuronics AG представлена на рис.4.

Пользовательский интерфейс комплекса управления роботом-манипулятором относится к классу процедурно-ориентированных символьных интерфейсов, вид интерфейса – командная строка с консольным вводом/выводом (CLI).

Моделирование робота в среде Webots

Данная работа выполняется в рамках украинско-французского исследовательского проекта «ДонНТУ - Université de Cergy-Pontoise» и НИР 11-316 «Біоподібні моделі гуманоїдних роботів у ритмічній взаємодії з їх навколишнім оточенням» (под рук. Борисенко В.Ф., Хоменко В.Н., Мельника А.А.) [6, 7].

На кафедре ЭАПУ в момент принятия решения проведения исследований по управлению роботами не было в наличии робота. Поэтому программный и пользовательский интерфейсы на первом этапе были созданы и подключены к визуальному симулятору Webots, где уже есть реализация модели Katana 6M180.

Возможность графической симуляции функционирования робота исходит из разделения аппаратного обеспечения на две составляющие: управляющая (компьютер) и исполнительная (робот).

Таблица 1. Система команд языка управления роботом

Имя команды	Параметры команды	Семантика команды
1. Специфические задачи		
C O R ? U		Calibrate the Katana Switch motors off/on (Default: On) Switch angle format: Radian/Degree (Default: Rad) Display this help Unblock motors after crash
2. Команды перемещения		
M Y > G H D	Enc0, Enc1, Enc2, Enc3, Enc4, Enc5 {Поворот каждого мотора + захвата} X,Y,Z, phi, theta, psi {декартовы координаты} Deg0, Deg1, Deg2, Deg3, Deg4, Deg5 {Угол поворота каждого мотора}	Move to a specific position Set a new position using IK Move to a specific point Open Gripper Close Gripper Move motor to degrees
3. Команды задания параметров и мониторинга		
E X v V a A w W Q T s S L	motorNum {Номер мотора}, velocityLimit {Предел скорости} velocityLimit {Предел скорости} motorNum {Номер мотора}, accLimit {Предел ускорения} accLimit {Предел ускорения} motorNum {Номер мотора}, crashLimit {порог аварийной остановки} crashLimit {порог аварийной остановки}	Read the current encoder values Read the current position using DK Set the velocity limits for all motors separately Set the velocity limits for all motors Set the acceleration limits for all motors separately Set the acceleration limits for all motors Read the velocity limits of all motors Read the acceleration limits of all motors Read the Sensors Switch crash limit on/off Set the crash limit for all motors separately Set the crash limit for all motors Switch on/off linear movements

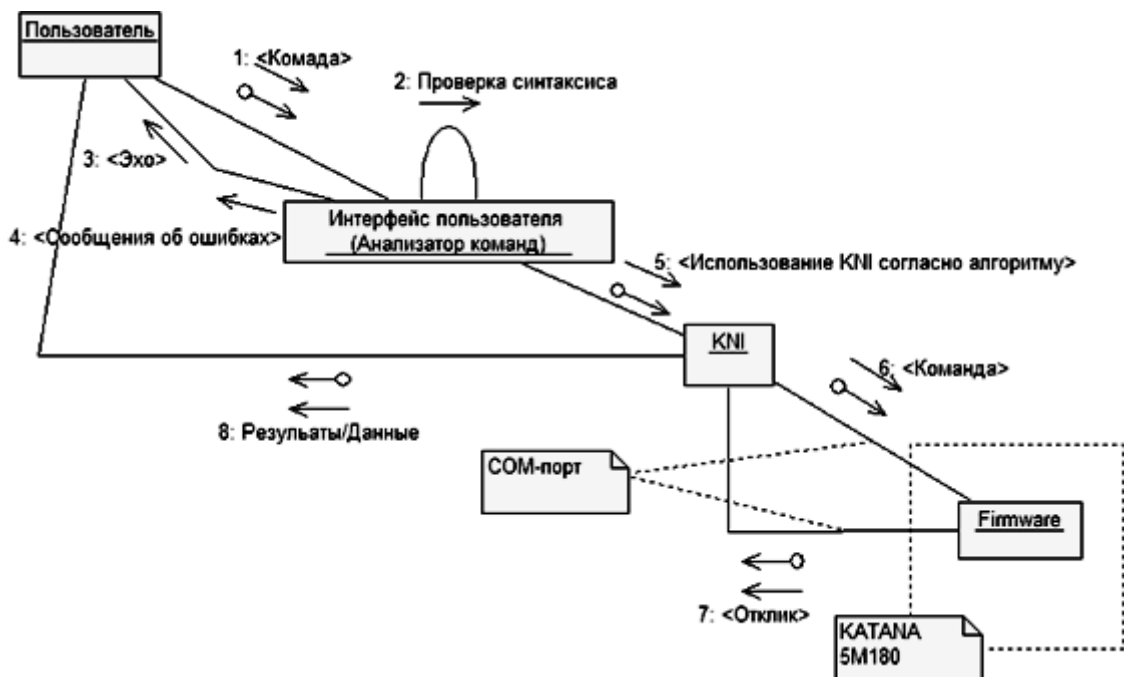


Рисунок 3 – Алгоритм работы транслятора языка управления роботом

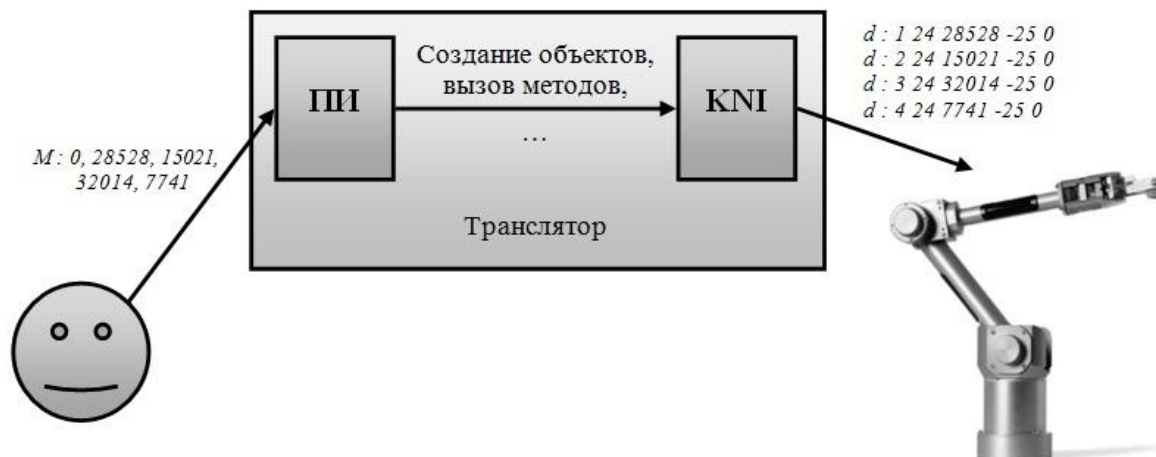


Рисунок 4 – Схема работы ПО управления роботом-манипулятором

Важно то, что робот-манипулятор имеет собственный блок управления (обработки команд) с программным интерфейсом, позволяющий управлять роботом с помощью предустановленного набора команд.

Моделирование с использованием графических моделей выполнялось для исполнительной части (см. рис. 5).

Так как ф. Neuronics выпускает целое семейство роботов Katana с преемственной системой команд, то программное обеспечение, созданное на первом этапе для модели Katana 6M180, работало безошибочно и на реальном оборудовании другой версии – Katana 5M180.

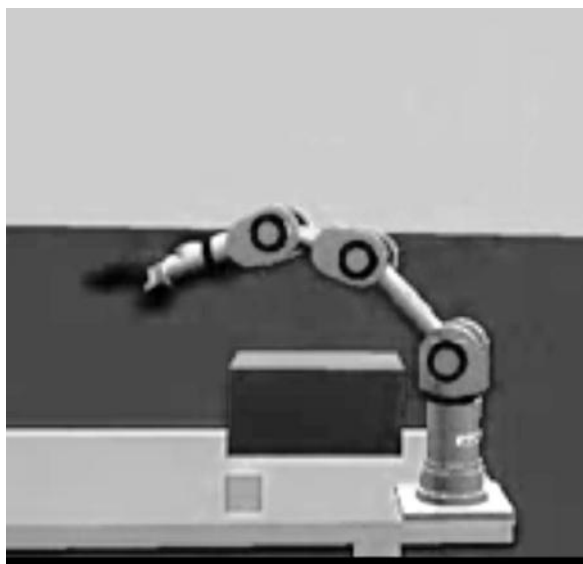


Рисунок 5 – Рабочая модель робота Katana в среде моделирования Webots

Взаимодействие между компонентами аппаратуры на физическом уровне осуществляется через СОМ-порт компьютера (соответственно, на программном уровне реализуется через протокол СОМ-порта). На втором этапе программный и пользовательский интерфейсы были апробированы на реальном оборудовании: Katana 5M180.

Метод использования моделирующих сред для симуляции отсутствующего физического оборудования, описанный в данной статье, может быть применен как учебных целях, так и при профессиональной разработке программного обеспечения для управления роботами.

Выводы

Предложена и апробирована методика создания ПО программно-аппаратного комплекса управления роботом-манипулятором при использовании моделирующей среды.

Разработан язык управления роботом для управляющей части программно-аппаратного комплекса. Выполнена реализация интерпретатора этого языка в язык роботов семейства Katana.

Реализован программный интерфейс между управляющей и исполнительными частями программно-аппаратного комплекса в операционных системах Linux и MS Windows.

Разработан пользовательский интерфейс для семейства роботов ф. Neuronics AG в симуляторе Webots и на реальном оборудовании для модели Katana 5M180.

Направления дальнейшей работы – развитие вербального языка управления роботом и разработка графического пользовательского интерфейса.

Литература

1. Intelligent Mobile Manipulators in Industrial Applications: Experiences and Challenges. Hansruedi Fruh, Philipp Keller and Tino Perucchi/ 50 years of Artificial Intelligence: Essays Dedicated to the 50th Anniversary of Artificial Intelligence. Eds: Max Lungarella, Fumiya Iida, Josh Bongard. - Springer, 2007 - pp.360-385. Режим доступа: books.google.com.ua/books?isbn=3540772952. - Заглавие с экрана.
2. Prediction learning in robotic manipulation. Marek Kopicki. A Thesis Submitted to The University of Birmingham for the degree of Doctor Of Philosophy. - Computer Science. The University of Birmingham. April 2010. Режим доступа: <http://www.cs.bham.ac.uk/~msk/pub/thesis.pdf>. - Заглавие с экрана.
3. Vision Based Mobile Manipulation. Jan Paulus. - Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg. University of Applied Sciences. Department of Computer sciences. Sankt Augustin, 29 August 2008. Master Thesis. - Режим доступа: http://www.b-it-bots.de/Publications_files/VisionBasedMobileManipulation.pdf. - Заглавие с экрана.
4. Playing Pylos with an Autonomous Robots. Oswin Aichholzer, Daniel Detassis, Thomas Hackl, Gerard Steinbauer and Johannes Thonhauser. - Graz University of Technology. Institute for Software Technology. Режим доступа: <http://www.ist.tugraz.at/publications/oaich/psfiles/adhst-ppwar-10.pdf>. - Заглавие с экрана.
5. МЭИ Festo. Наши партнеры. Синергия. Режим доступа: <http://www.mpei-festo.ru/news.html>. - Заглавие с экрана.
6. А.А. Мельник, В.Н. Хоменко, П.С. Плис, П. Энафф, В.Ф. Борисенко. Кинематическая модель робота с шестью степенями свободы и возможностью учета зазора в суставах/ Наукові праці Донецького національного технічного університету. - №10 (180), 2011. - с.113-120.
7. Мельник А.А., Борисенко В.Ф., Хоменко В.Н., Плис П.С. Мобильные роботы компании "К-Team" для решения специфических технических задач/ Вісник Кременчуцького державного університету імені Михайла Остроградського. - Кременчук: КДУ, 2010. - Вип. 4/2010 (63) частина 3. - с.36-39.
8. Katana - Intelligent Personal Robot (IPR). Режим доступа: http://www.neuronics.ch/cms_en/web/index.php?id=201&s=products - Заглавие с экрана.
9. Webots: the mobile robotics simulation software. Режим доступа: <http://www.cyberbotics.com/>. - Заглавие с экрана.
10. Katana Native Interface. Режим доступа: <http://katana-native-interface.software.informer.com/>. - - Заглавие с экрана.

В.В. РЯБЧЕНКО, Н.М. ДАЦУН
Донецький Національний Технічний Університет

Використання моделюючого середовища для створення програмного забезпечення програмно-апаратного комплексу управління роботом-манипулятором сімейства Katana фірми Neuronics AG

Стаття присвячена проблемам створення програмних інтерфейсів для управління роботами. Описана методика створення програмного інтерфейсу на основі вільно поширюваних бібліотек C++ KNI для сімейства роботів ф. Neuronics AG в симуляторі Webots і на реальному

V.V. RYABCHENKO, N.N. DATSUN
Donetsk National Technical University

Using modeling environment for creation software, which controls Neuronics AG robots series

The article deals with the main issues concerning the creation of program interfaces for the robots' control. The method of program interface creation based on free distributed C++ libraries KNI for the Neuronics AG robots series is described. An original interface was designed both for the Webots simulator and the

устаткуванні для моделі Katana 5M180. Приведена реалізація мови програмно-апаратного комплексу управління роботом-маніпулятором ф. Neuronics AG.

Ключові слова: Webots, Katana 5M180, KNI, мова управління роботом

real equipment – Katana 5M180. The article also displays the implementation of programming language for controlling software-hardware complex of Neuronics AG robot-manipulator.

Keywords: Webots, Katana 5M180, KNI, the language of robot control