

УДК 004.896+004.512.4

СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТАМИ-МАНИПУЛЯТОРАМИ KATANA

В.В. Рябченко, Н.Н. Дацун

Донецкий национальный технический университет

VladRia@mail.ru

Статья посвящена проблемам разработки программного обеспечения для управления роботами. Описан созданный интерфейс для программирования робота на основе свободно распространяемых библиотек C++ KNI. Проиллюстрированы способы ориентации робота в пространстве. Описаны реализованные кинематические модели.

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. [1-3].

Объектом исследования является робот-манипулятор Katana фирмы Neuronics AG (Швейцария) [1]. 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 [2] и микропрограммного обеспечения (Firmware) робота;
- реализация программных кинематических моделей для робота Katana.
- исследование способов ориентации робота в пространстве.
- Данная работа выполнялась в рамках украинско-французского исследовательского проекта ДонНТУ - Université de Cergy-Pontoise и НИР 11-316 «Біо-подібні моделі гуманоїдних роботів у ритмічній взаємодії з їх навколишнім оточенням» (под рук. Борисенко В.Ф., Хоменко В.Н., Мельника А.А.) [3].

Разработка программного интерфейса на основе KNI

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

Архитектура разработанного программного обеспечения для управления роботом разделена на две части: Software – верхняя часть, выполняющаяся на компьютере, и нижняя – Firmware, которая



Рисунок 1. Katana 5M180 ф. Neuronics AG

выполняется процессором робота. Software выполняется на компьютере, Firmware – процессором робота, а информация (команды, ответы) передаются через протокол COM-порта.

Робот-манипулятор имеет собственный блок управления, или блок обработки команд (Firmware) с программным интерфейсом для линейки роботов Katana, позволяющий управлять роботом с помощью предустановленного набора команд. Разработчику программного обеспечения для управления роботами-манипуляторами Katana доступно описание этих команд.

Ориентация робота в пространстве

Для ориентации робота Katana существует три разные системы координат и координатных углов (рис. 2):

- K_W : Мировая система координат (World);
- K_B : Базовая, система координат робота как сущности (Base);
- K_{tool} : Система координат рабочего устройства: захвата, камеры и др. (Tool);

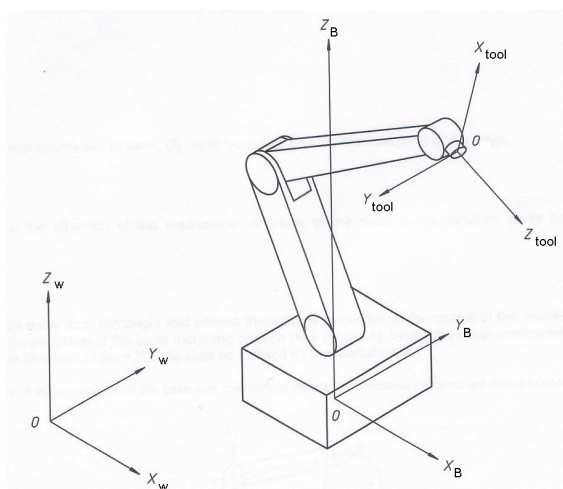


Рисунок 2. Системы координат робота Katana

Мировая СК стационарна и не зависит от движения робота. В отдельных кинематических функциях может задаваться программистом. Её ось $+z_w$ направлена параллельно вектору силы гравитации, но в обратную от него сторону.

Базовая СК зависит от положения, в которое установлен робот. Оси этой системы координат определяются производителем робота: нулевая точка 0_w находится на пересечении центров вращения

1го и 2го моторов, ось $+z_w$ совпадает с осью вращения 1го мотора (рис.3).

СК рабочего устройства зависит от базовой СК и изменяется при любом перемещении робота. Ось $+z_{tool}$ всегда направлена от конечного эффектора (рис. 3).

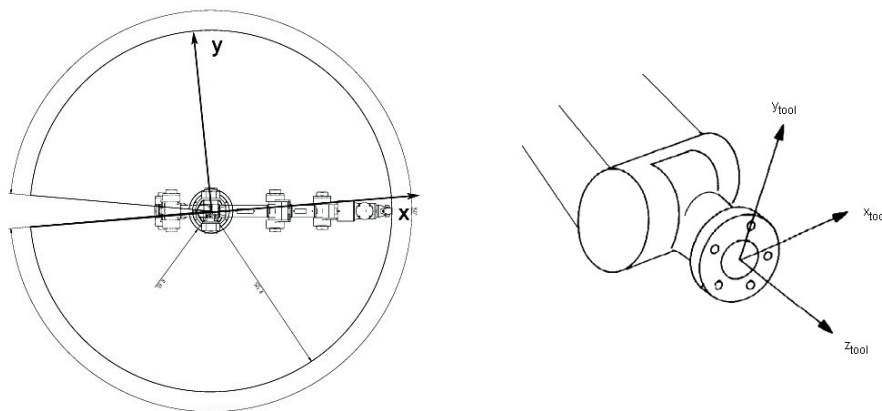


Рисунок 3. Базовая СК (слева) и СК рабочего устройства

Кинематические модели робота Katana

Робот состоит из набора твёрдых сегментов (компонентов), соединённых сочленениями (joint). Два соседних компонента с общим сочленением образуют *кинематическую пару*. Вся система сегментов является *кинематической цепью*. Данные сегменты образуют *иерархические цепочки*, которые имеют «верхний» и «нижний» уровень. Сегменты верхних уровней называются компонентами-предками, а компоненты нижних – компонентами-потомками. Например, если рассмотреть робота Katana, то сегмент, установленный на поверхности, будет самым верхним уровнем (компонентом-предком). Рабочее устройство (захват или камера) – самым нижним (компонентом-потомком). Сегменты, которые находятся внутри цепочки, будут иметь как родительские (первый сегмент), так и дочерние (захват или камера) сегменты.[4]

Робот-манипулятор Katana 5M180 можно классифицировать как простую открытую пространственную кинематическую цепь.

Для перемещения рабочего устройства робота (захвата, камеры, вакуумного захвата и др.) из точки $A(x_1, y_1, z_1)$ в точку $B(x_2, y_2, z_2)$ могут использоваться два противоположных алгоритма, два типа *планирования движения* [4]:

- прямой кинематики;
- инверсной кинематики.

Эти алгоритмы рассчитывают положение, в которое должен стать каждый сегмент робота, и время достижения этого положения. Или же рассчитывают то, как должно повернуться каждое сочленение.

Суть прямой кинематики состоит в том, что воздействие передаётся по иерархической цепочке сверху вниз, то есть дочерние сегменты движутся относительно родительских. Сначала положение и/или ориентацию меняет родительский сегмент. Это изменение влияет на положения и/или ориентацию всех остальных дочерних сегментов. Далее изменяется положение следующего сегмента в цепочке, при этом изменяется положение всех последующих дочерних к нему сегментов, а родительские сегменты остаются неподвижными. [4] Реализация прямой кинематики в программном интерфейсе представлена классом SKatana (рис. 4).

Инверсная кинематика использует принцип, диаметрально противоположный принципу прямой – перемещение компонентов-потомков приводит к изменению положения компонентов-предков, то есть алгоритм рассчитывает положение и ориентацию компонентов-предков, исходя из положения и ориентации компонентов-потомков.[4] Реализация прямой кинематики в программном интерфейсе представлена классами CikBase и CLMBase унаследованных от SKatana (см.рис.4).

В программном интерфейсе реализованы два типа инверсной кинематики:

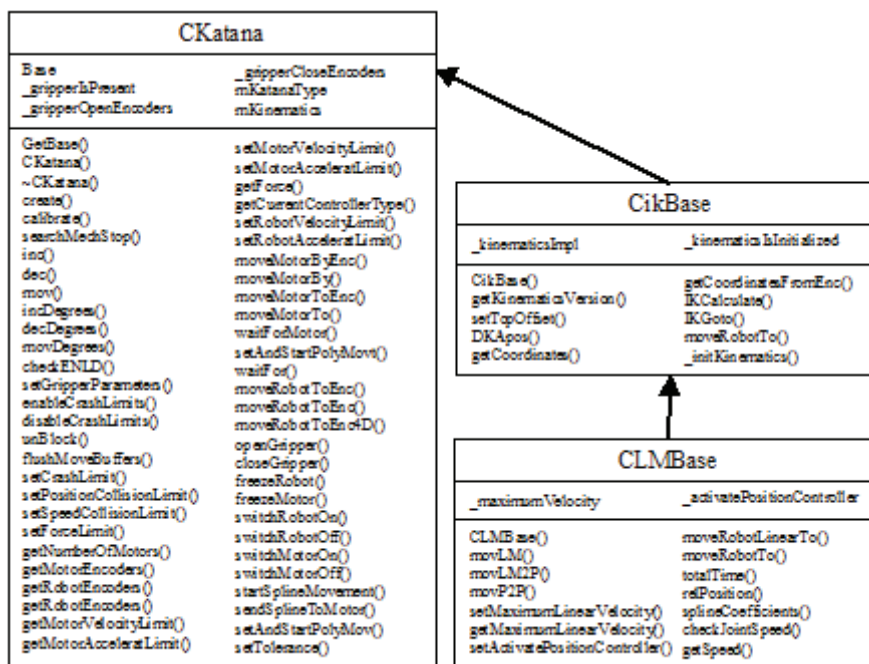


Рисунок 4. Диаграмма классов, ответственных за движение робота

1. С помощью стандартных вычислений;
2. Используя пакет библиотек C++ roboor.

Roboor – библиотеки с открытым кодом, в которых реализованы различные модели для управления и контроля роботов (в т.ч. кинематики) [5]. Преимущества использования этих библиотек – надежность и точность вычислений, благодаря более широкому диапазону исходных данных и другим техническим приемам. Преимущества стандартных вычислений – скорость работы. Программист, исходя из обстоятельств, может использовать любую модель из предложенных.

Выводы

В ходе научной работы был создан программный интерфейс между управляющей и исполнительной частями программно-аппаратного комплекса в операционных системах Linux и MS Windows. Исследованы и реализованы алгоритмы прямой и обратной кинематики управления роботами-манипуляторами Katana ф. Neuronics. Показаны используемые системы координат.

Программный интерфейс предоставляет средства для разработки управляющих программ, пользовательских интерфейсов и других приложений в учебных и профессиональных целях.

Направления дальнейшей работы – развитие вербального языка управления роботом, разработка графического пользовательского интерфейса, развитие способов взаимодействия робота со средой (на первом этапе – ритмического колебательного движения).

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] 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.
- [4] Hugo Elias. Forward and Inverse Kinematics. Режим доступа: http://freespace.virgin.net/hugo.elias/models/m_ik.htm – Заглавие с экрана.
- [5] Richard Gourdeau. A Robotics Object Oriented Package in C++. – Montreal: Polytechnique de Montréal, 2006. – 537 p.