

СОЗДАНИЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПОВЕДЕНИЯ ВИРТУАЛЬНОГО РОБОТА

А.П. Частиков, К.Е. Тотухов

ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар

Рецензент д-р техн. наук, профессор Л.А. Видовский

Ключевые слова и фразы: база знаний; виртуальный робот; дерево логического вывода; зона обслуживания; интеллектуальная система.

Аннотация: Представлен процесс построения базы знаний интеллектуальной системы, целью которой является анализ поведения виртуального робота с программным управлением.

Компьютерная симуляция роботов является актуальным направлением, призванным решить задачу испытания управляющих программ для роботов в виртуальной среде персонального компьютера (ПК) [8]. Исследование существующих работ в этой области свидетельствует, что до сих пор в подобных проектах не предпринимались попытки реализации анализа поведения виртуального робота системой искусственного интеллекта. Решению этой задачи посвящена данная работа.

В работе [7] получены следующие закономерности, формулирующие положения конечного органа манипулятора в абсолютной системе координат робота:

$$x = d_3 \cos \theta_2 + d_5 \cos(\theta_2 + \theta_4) + d_7 \cos(\theta_2 + \theta_4 + \theta_6); \quad (1)$$

$$y = d_1 + d_3 \sin \theta_2 + d_5 \sin(\theta_2 + \theta_4) + d_7 \sin(\theta_2 + \theta_4 + \theta_6), \quad (2)$$

где x, y – координаты X и Y конечного органа в абсолютной системе отсчета соответственно; d_1, d_3, d_5, d_7 – обобщенные координаты сочленений 1, 3, 5, 7 (поступательных) соответственно; $\theta_2, \theta_4, \theta_6$ – обобщенные координаты сочленений 2, 4, 6 (вращательных) соответственно.

В итоге сформулированы зависимости, позволяющие, используя значения параметров пути и угла поворота, входящих в состав вектора со-

Частиков Аркадий Петрович – кандидат технических наук, профессор кафедры «Информационные системы и программирование»; Тотухов Константин Евгеньевич – аспирант кафедры «Информационные системы и программирование», e-mail: k.totukhov@gmail.com, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар.

стояния $g(t_s)$ виртуального робота в качестве аргументов, вычислять основные выходные параметры, то есть те величины, которые содержатся в векторе $w(t_s)$. Параметры вектора $w(t_s)$, в свою очередь, представляют собой ключевые данные, необходимые интеллектуальной системе для осуществления диагностики работы объекта управления.

Прежде чем выделить и описать наиболее значимые закономерности, подлежащие интеллектуальному анализу, следует дать определение тому пространству, в котором эти закономерности действуют.

У манипуляционных устройств роботов выделяют базовую плоскость, то есть плоскость, которая образована плечом и предплечьем манипулятора и в которой могут располагаться одновременно оси всех его звеньев.

Зоной обслуживания манипуляционного робота называют совокупность точек базовой плоскости, которых может достигать схват манипуляционного устройства [4].

Поскольку исследуемый манипулятор действует в плоской системе координат и в своей структуре имеет как поступательные, так и вращательные степени подвижности, его зона обслуживания имеет форму сектора, изнутри ограниченного кругом (рис. 1). При анализе перемещений манипуляторов в пространстве, принято вводить условное разбиение зоны обслуживания на участки [4]. Участки характеризуются своим пространственным положением относительно нулевой точки отсчета в зоне обслуживания манипулятора, то есть они могут быть нижними или верхними, ближними или дальними, а также средними и т.д. Для роботов с любыми формами зоны обслуживания распространено декартовое прямоугольное разбиение на участки, то есть участки разделяются значениями x и y

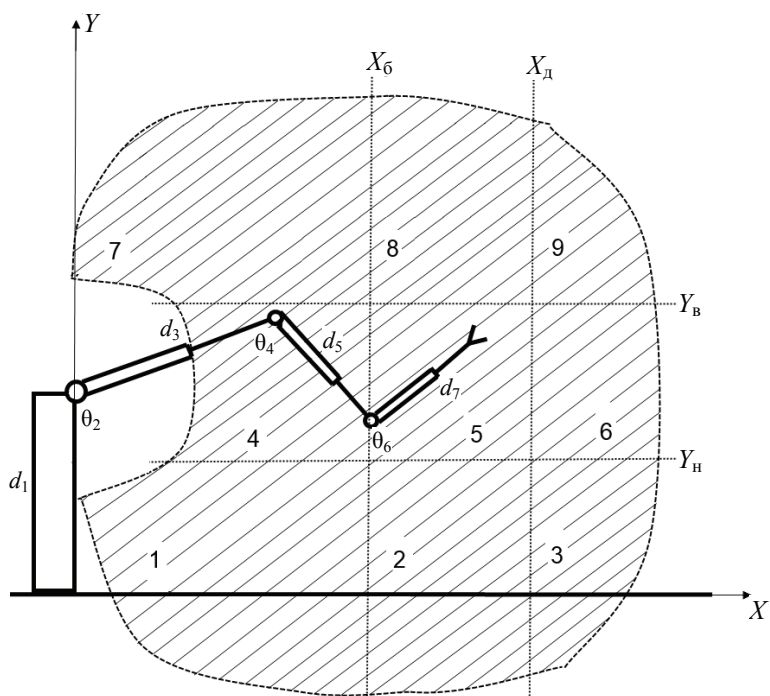


Рис. 1. Упрощенная схема зоны обслуживания манипулятора-прототипа

картовых координат, отсчитываемых от нулевой точки неподвижной системы отсчета робота. Зона обслуживания исследуемого манипулятора разбита на девять участков.

На рисунке 1 заштрихованной областью показана зона обслуживания, арабскими цифрами показаны номера участков, параметры $d_{(1,3,5,7)}$ и $\theta_{(2,4,6)}$ являются обобщенными координатами сочленений, значения Y_n, Y_b, X_6, X_d устанавливают нижнюю, верхнюю, ближнюю и дальнюю границы участков зоны обслуживания соответственно.

На практике промышленные роботы используются для реализации чрезвычайно широкого круга технологических операций различных степеней сложности, каждая из которых, зачастую, предъявляет свои требования к типу рабочего органа манипулятора, спектру его возможностей и режимов работы [1, 5]. В рамках задачи интеллектуализации анализа поведения виртуального робота решено рассмотреть наиболее распространенный в робототехнике технологический процесс – роботизированную загрузку станка. Этот процесс характеризуется следующими особенностями:

- схват манипулятора, первоначально располагаясь в ближнем среднем участке (участок 4), движется в положение взятия объекта (заготовки) для дальнейшей его загрузки в станок;

- приспособление, предоставляющее объект роботу для взятия, располагается в ближнем нижнем участке зоны обслуживания манипулятора (участок 1);

- положение загрузки объекта в станок находится в дальнем среднем участке зоны обслуживания (участок 6);

- в зависимости от конкретного расположения принимающего устройства станка возможны различные способы загрузки роботом в станок – *вертикальное* (движение схвата из участка 9 в 6) или *горизонтальное* (движение схвата из участка 5 в 6);

- между операциями разжатия и сжатия схвата при взятии объекта осуществляются временные задержки;

- продолжительное пребывание сжатого схвата в участке взятия объекта для загрузки представляет опасность аварии, так как возможно столкновение объекта, подаваемого транспортной системой, со схватом.

Используя данные особенности, построим дерево логического вывода [3, 6] для интеллектуального анализа поведения виртуального робота и идентификации осуществляемого им цикла (рис. 2).

Сначала рассмотрим ключевые позиции дерева под номерами 1, 4, 7, 10, 14, 17. В них производится идентификация цикла по первичным действиям – перемещение схвата из начального положения и взятие объекта для последующей загрузки. Далее дерево разветвляется на идентификацию цикла горизонтальной либо вертикальной загрузки объекта. Ключевые позиции для каждого из направлений 20, 24, 33, 41, 51 – горизонтальная загрузка и 21, 28, 37, 45, 54, 59, 64 – вертикальная загрузка. В случае выполнения описанных последовательностей правил цикл считается идентифицированным. Позиции 50 и 65 обнаруживают возникновение нештатного события при реализации цикла. Остальные позиции содержат правила, заключающие, что цикл идентифицировать не удалось.

Рассмотрим подробнее базы фактов и знаний создаваемой интеллектуальной системы.

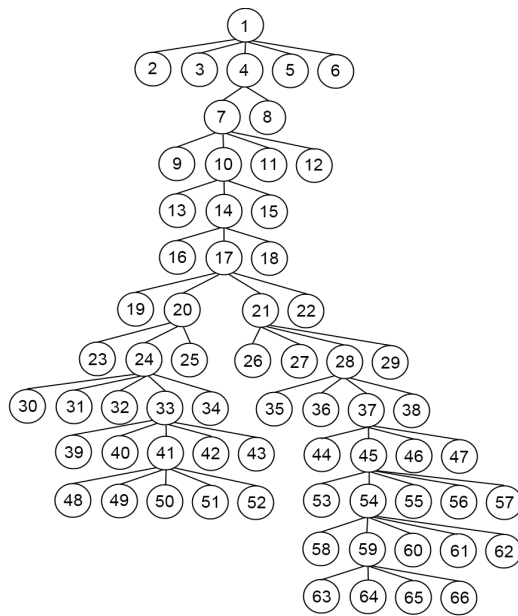


Рис. 2. Дерево логического вывода

Выборочно приведем основные факты интеллектуальной системы.

Для первой ветки вывода:

Схват в начальном положении. Завершение загрузки объекта. Схват покинул зону взятия объекта.

Для второй ветки вывода:

Схват прошел один участок в направлении горизонтальной выгрузки. Ожидание горизонтальной выгрузки объекта. Цикл горизонтальной выгрузки объекта идентифицирован.

Для третьей ветки вывода:

Схват достиг положения вертикальной выгрузки. Завершение выгрузки объекта. Цикл вертикальной выгрузки объекта идентифицирован.

Общие для всех веток (числами в именах фактов обозначены номера участков):

Переход из 1 в 4. Переход из 3 в 6. Переход из 6 в 5. Переход из 6 в 9. Переход из 7 в 8. Ожидание.

Выборочно приведем основные правила базы знаний.

Правило 17: Если *Завершение загрузки объекта* и *Переход из 1 в 4*, то *Схват покинул зону взятия объекта*.

Правило 51: Если *Ожидание горизонтальной выгрузки объекта* и *Переход из 6 в 5*, то *Цикл горизонтальной выгрузки объекта идентифицирован*.

Правило 64: Если *Ожидание вертикальной выгрузки объекта* и *Переход из 6 в 9*, то *Цикл вертикальной выгрузки объекта идентифицирован*.

Таким образом, очевидно, что созданная интеллектуальная система способна самостоятельно, без участия оператора, анализировать поведение виртуального робота и идентифицировать осуществляемые им процессы. Полученная структура и содержание интеллектуальной системы делают возможной ее техническую реализацию на языке программирования высокого уровня [2].

Список литературы

1. Асфаль, Р. Роботы и автоматизация производства / Р. Асфаль ; пер. с англ. М.Ю. Евстегнеева [и др.] – М. : Машиностроение, 1989. – 448 с.
2. Малыхина, М.П. Программирование на языке высокого уровня С# : учеб. пособие / М.П. Малыхина, В.А. Частикова. – Краснодар : Изд-во Куб. гос. технол. ун-та, 2011. – 251 с.
3. Одинцов, Б.Е. Проектирование экономических экспертных систем : учеб. пособие для вузов / Б.Е. Одинцов. – М. : Компьютер ; ЮНИТИ, 1996. – 166 с.
4. Робототехнические системы и комплексы : учеб. пособие для вузов / И.И. Мачульский [и др.] : под ред. И.И. Мачульского. – М. : Транспорт, 1999. – 446 с.
5. Спыну, Г.А. Промышленные роботы. Конструирование и применение : учеб. пособие / Г.А. Спыну. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев : Выща шк., 1991. – 311 с.
6. Частиков, А.П. Разработка экспертных систем. Среда Clips / А.П. Частиков, Т.А. Гаврилова, Д.Л. Белов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2003. – 608 с.
7. Частиков, А.П. Теоретические основы интеллектуальной диагностики виртуального робота [Электронный ресурс] / А.П. Частиков, К.Е. Тотухов, П.М. Урвачев // Соврем. проблемы науки и образования. – 2013. – № 1. – Режим доступа : www.science-education.ru/107-8310 (дата обращения 17.03.2013). – Загл. с экрана.
8. Simulation, Modeling, and Programming for Autonomous Robots: Second International Conference, SIMPAR 2010, Darmstadt, Germany, November 15–18, 2010, Proceedings / N. Ando [et al.]. – Springer, 2010. – 558 p.

Building Knowledge Base for Intelligent Analysis of Virtual Robot's Behavior

A.P. Chastikov, K.E. Totukhov

Kuban State Technological University, Krasnodar

Key words and phrases: inference tree; intellectual system; knowledge base; virtual robot; working area.

Abstract: In this paper the development of the knowledge base for the intellectual system is presented. The purpose of this intellectual system is the analysis of program-controlled virtual robot's behavior.

© А.П. Частиков, К.Е. Тотухов, 2013