

В представленной работе был сделан обзор роботов LEGO Mindstorms, а именно были рассмотрены компоненты конструктора и набор доступных сенсоров. Также были рассмотрены инструменты, позволяющие создавать программы для роботов – сочетание IDE Eclipse и библиотеки Legos. Для демонстрации возможностей описанных инструментов была решена задача следования роботом ломаной линии.

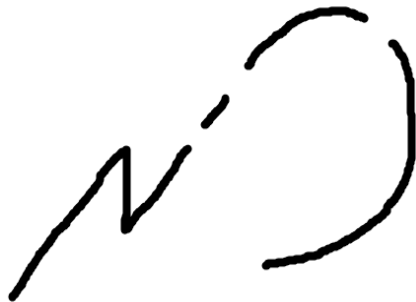


Рис. 2. Пример ломаной линии

Литература

1. LEGO MINDSTORMS® EV3 Frequently Asked Questions [Электронный ресурс]. Дата доступа: 14.10.2013 Режим доступа: <http://mindstorms.lego.com/en-us/News/ReadMore/Default.aspx?id=476781>
2. Lego Mindstorms [Электронный ресурс]. Дата доступа: 14.10.2013 Режим доступа: <http://mindstorms.lego.com/en-us/products/default.aspx>
3. Java for LEGO Mindstorms [Электронный ресурс]. Дата доступа: 14.10.2013 Режим доступа: <http://www.lejos.org/>

ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ МЕХАНИЗМОВ – КОЛЕСНЫХ ЗВЕНЬЕВ

Светлякова Е.В.

Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина,30
E-mail: SvetlyakovaEkaterina@yandex.ru

Введение

В современном автоматическом и автоматизированном производстве применяются сотни различных по структуре, управлению, компоновке и исполнению манипуляторов и роботов. Их число с каждым годом увеличивается. И в связи с этим возникает потребность в разработке формализованного способа описания кинематики подобных систем, который бы содержал всю информацию о структуре и параметрах манипуляторов. Такой способ описания должен быть удобен для решения задач, связанных с формированием баз данных о манипуляторах, их структурным и кинематическим анализом на ЭВМ. Кроме того, данный способ должен быть применим для описания не только манипуляторов и роботов с разомкнутыми кинематическими цепями, но и для сложных по структуре кинематических цепей роботов и других механизмов.

Разработанный профессором А. М. Малышенко и опубликованный в [1] способ описания структур и параметров кинематических цепей манипуляторов основан на формализованном описании всех входящих в цепь звеньев и сочленений. При этом каждый элемент описывается соответствующим его типу идентификатором и набором параметров, часть из которых отражает структурные связи в кинематической цепи, а остальные определяют собственные параметры этого звена или сочленения. Описание каждого элемента имеет структуру $I(m,n,p)$. Здесь I – идентификатор описываемого элемента; m – собственный номер

данного элемента, присвоенный в процессе описания цепи; $n=[n_1,n_2,\dots,n_v]$ – вектор собственных номеров элементов цепи, с которыми непосредственно связан элемент m ; $p=[p_1,p_2,\dots,p_\mu]$ – вектор конструктивных параметров элемента m , определяющих его геометрию и положение относительно других элементов. Параметры m , n , p являются позиционными, т. е. последовательность их записи строго определена.

Формализованное описание различных типов сочленений и звеньев

1. Сочленения.

Идентификаторы сочленений начинаются с символа S (сочленение). Их структура имеет вид StY , где t – число степеней относительной подвижности звеньев кинематической пары, образуемой данным сочленением; Y – символ, указывающий на тип сочленения. На позиции Y в [1] предлагается использовать: N – для жесткого соединения; W – для вращательной кинематической пары пятого класса; P – для поступательной кинематической пары пятого класса; G – для сочленения типа шарнира Гука; C – для цилиндрического сочленения четвертого класса; S – для сочленения сферического типа третьего класса.

Например, для неподвижного сочленения формализованное описание имеет вид $SON(i, j, k, \gamma)$ и включает лишь один конструктивный параметр γ – угол поворота базисного

трехгранника $O_i X_{ij} Y_{ij} Z_{ij}$ вокруг оси e_i , чтобы совместить его с $O_i X_{ik} Y_{ik} Z_{ik}$.

2. Звенья

Идентификаторы всех типов звеньев начинаются с символа Z (звено) и имеют структуру вида $ZOY_1 Y_2 \dots Y_i F$. При этом вместо 1 символов в идентификатор вводятся символы тех сочленений, в которые входит данное звено. Символ O используется лишь в тех случаях, когда оно является основанием, а символ на позиции F – лишь тогда, когда оно является конечным звеном кинематической цепи манипулятора.

Подвижные звенья характеризуются, прежде всего, типом сочленений, в которые входят, а также числом связанных с ними характеристических точек манипулятора. Для подвижных звеньев конструктивные параметры – это совокупность, данных, необходимых для однозначного определения переходов между трехгранниками осей, жестко связанными с этим звеньями в их характеристических точках.

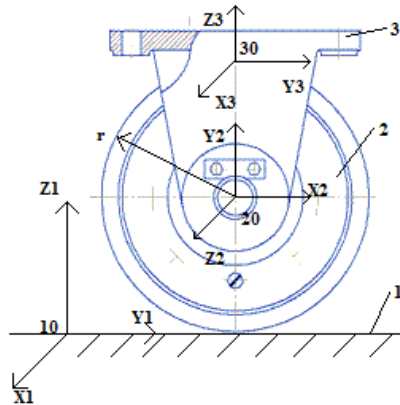


Рис. 1. Схема колеса: 1 – неподвижное основание, 2 – колесо, 3 – вилка колеса, установленная на платформе транспортного средства. 10 – центр базисного трехгранника, 20 – центр трехгранника в сочленении колеса и вилки, 30 – центр трехгранника, жестко связанного с вилкой

Рассмотрим колесные звенья, формализованное описание для которых не было представлено ранее.

Колеса широко применяется, например, при создании робокаров. Робокар (роботкар) – это автоматизированный электрический погрузчик, который обеспечивает операции по перемещению грузов без участия водителя. Робокары введены в эксплуатацию такими известными фирмами, как Nestle, BMW, General Motors, Volvo, SCANIA, Pfizer, MAN-Roland, Tetra Pak [2].

Рассмотрим подвижное звено – колесо. Колесо – движитель, круглый (как правило), свободно вращающийся или закреплённый на оси диск, позволяющий поставленному на него телу катиться, а не скользить. Широко применяется для транспортировки грузов, повсеместно используется в различных механизмах и инструментах. Перемеще-

ние такого колеса наблюдается лишь вдоль одной оси.

Для данного звена формализованное описание имеет вид $ZWR(k, i, m, \alpha, \beta, \gamma, r)$ и включает следующие параметры: α – угол поворота трехгранника $O_{10} X_1 Y_1 Z_1$ вокруг оси x_1 до совмещения оси z_1 с плоскостью (x_2, z_2) ; β – угол поворота трехгранника вокруг оси y_1 ; γ – угол поворота трехгранника $O_{10} X_1 Y_1 Z_1$ вокруг оси z_1 до совмещения оси z_1 с осью z_m ; r – радиус колеса.

На рисунке 2 изображена схема рояльного колеса. В колесах такого типа сочленение штанги 4 и платформы 5 (трехгранник с центром 40) является подвижным, как представлено на рисунке 2.

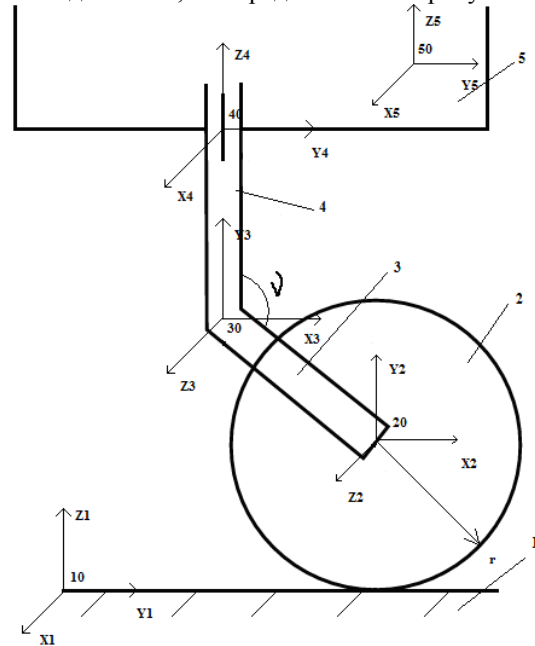


Рис. 2. Рояльное колесо

Для данного звена формализованное описание имеет вид $ZWR(k, i, m, \alpha, \beta, \gamma, v, r)$ и включает следующие параметры: α – угол поворота трехгранника $O_i X_i Y_i Z_i$ вокруг оси x_i до совмещения оси z_i с плоскостью (x_2, z_2) ; β – угол поворота трехгранника вокруг оси y_i ; γ – угол поворота трехгранника $O_i X_i Y_i Z_i$ вокруг оси z_i до совмещения оси z_i с осью z_m ; v – угол между жестко закрепленными звеньями 3 и 4; r – радиус колеса.

Необходимо отметить, что вращение звена 3 в сочленении со звеном 4 является управляемым.

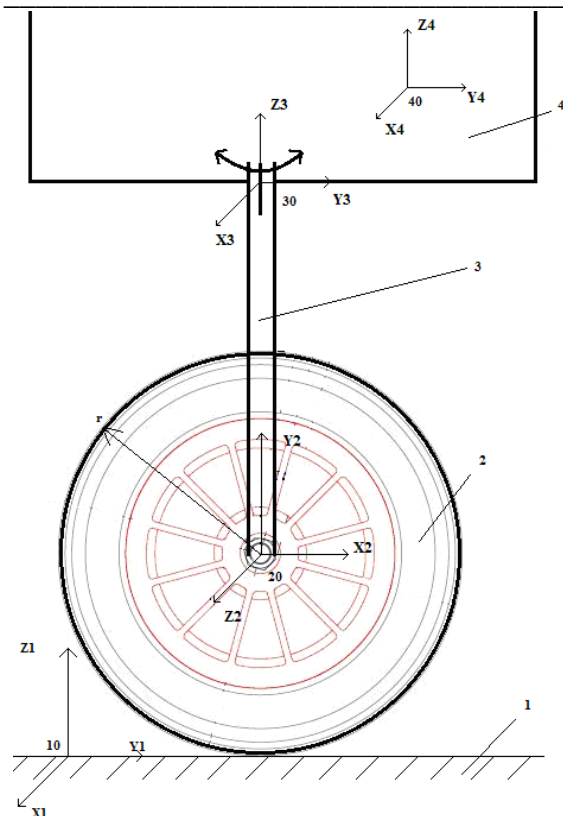


Рис. 3. Управляемое колесо: 1 – неподвижное основание, 2 – колесо, 3 – вилка, 4 – платформа. 10 – базисный трехгранник, 20 – трехгранник в сочленении колеса и вилки, 30 – трехгранник в сочленении вилки и платформы, 40 – трехгранник, жестко связанный с платформой

Для данного звена формализованное описание имеет вид $ZWR(k, i, m, \alpha, \beta, \gamma, r)$ и включает следующие параметры: α – угол поворота трехгранника $O_{10}X_1Y_1Z_1$ вокруг оси x до совмещения оси z с плоскостью (x_2, z_2) ; β – угол поворота трехгранника вокруг оси y ; γ – угол поворота трехгранника $O_{10}X_1Y_1Z_1$ вокруг оси z_1 до совмещения оси z_1 с осью z_2 ; r – радиус колеса.

Заключение

Формализованное описание колесных звеньев, представленное в статье, может быть применено на практике для различного типа колесных роботов, так как все большее и большее число мобильных роботов конструируются с применением платформ на колесах, что обеспечивает более точное и быстрое маневрирование таких платформ, а также простое управление.

Литература

1. Мальшенко А.М. Формализованное описание структур параметров кинематических цепей манипуляторов // *Машиноведение*. – 1989. – № 4. – С. 61–67.
2. Зобова А.А. Применение лаконичных форм уравнений движения в динамике негोलомных мобильных роботов. // *Нелинейная динамика*. Т. 7. – 2011. – № 4 (Мобильные роботы), С. 771–783.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ, ОПИСЫВАЕМЫХ ИРРАЦИОНАЛЬНЫЕ И/ИЛИ ТРАНСЦЕНДЕНТНЫЕ ПЕРЕДАТОЧНЫМИ ФУНКЦИЯМИ

Тхан В.З.

Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30
E-mail: dungvietthan@gmail.com

Введение

Получение математического описания объектов управления является важной задачей в исследовании систем автоматического управления (САУ) и придании им адаптивных свойств. В ряду таких задач особое место занимают вопросы идентификации объектов управления с распределёнными параметрами. Известны многочисленные объекты, имеющие распределённые в пространстве параметры.

Особенности объектов управления с распределёнными параметрами определены тем, что их математические описания представляют собой дифференциальные уравнения в частных производных или иные, отличные от обыкновенных. Широко применяемый в теории и практике автоматического управления операторный метод при-

водит такие описания к сложным передаточным функциям, которые определяют связь «вход-выход» между двумя точками объекта. Сложность их состоит в том, что они содержат иррациональные и/или трансцендентные составляющие, не позволяющие применять хорошо разработанные методы и средства, ориентированные на модели с сосредоточенными параметрами.

Передаточные функции объектов с распределёнными параметрами в общем случае имеют вид [1]

$$W(p) = W \left(e^{\sqrt{p}}, \frac{1}{\sqrt{p}}, \sqrt{p}, \text{sh} \sqrt{p}, \text{ch} \sqrt{p}, \text{sh} \sqrt{ap^2 + bp + c} \dots \right). \quad (1)$$

Найти даже несколько параметров формы (1) всегда затруднительно, а в большинстве случаев невозможно. Поэтому в настоящее время распространённый и практически единственный способ