

СИНТЕЗ ЗАКОНОВ УПРАВЛЕНИЯ ШАГОВЫМИ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ 3-Х ЗВЕННОГО МАНИПУЛЯТОРА

Батырканов Жениш Исакунович, доктор технических наук, профессор Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова, 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: bjenish@mail.ru

Кадыркулова Кыял Кудайбердиевна, старший преподаватель Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова, 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: kyialedi@gmail.com

Маматбеков Исламбек Маматбекович, соискатель Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова, 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: islam091093@mail.ru.

В данной работе рассматривается проблема синтеза законов управления шаговыми электроприводами кинематических звеньев манипулятора по осуществлению движения по предписанной программе.

Вопрос синтеза соответствующих законов управления шаговыми приводами манипуляторов наталкивается на то обстоятельство, что к настоящему времени нет универсальной методики синтеза законов управления по осуществлению движения рабочих органов манипулятора по произвольной предписанной программе движения. Решаются вопросы синтеза законов управления, только, для определенных предписанных движений отдельными частными методами.

Для синтеза искомых законов управления шаговыми приводами, вначале выведена математическая модель шагового привода, как объекта управления, далее приведена простая процедура синтеза.

Ключевые слова: шаговый двигатель, предписанная траектория, манипулятор, закон управления.

SYNTHESIS CONTROL LAWS OF 3-POINT MANIPULATOR BY STEPPER DRIVES

Batyrkanov Zhenish I., Professor, Doctor of Technical Science, Kyrgyz Technical University named after I.Razzakov, 66 Ch. Aitmatov Avenue, Bishkek, 720044, Kyrgyz Republic, e-mail: bjenish@mail.ru

In this paper we consider the problem of synthesizing the laws governing the stepper electric drives of the manipulator's kinematic links for implementing the motion according to the prescribed program.

The question of synthesizing the corresponding laws governing the stepper drives of manipulators encounters the fact that by now there is no universal method for synthesizing the laws governing the movement of the manipulator's working bodies by an arbitrary prescribed program of motion. Problems of the synthesis control laws are solved, only for certain prescribed movements by individual private methods.

To synthesize the required control laws for stepping drives, the mathematical model of the stepping drive as the control object was first derived, and then a simple synthesis procedure is given.

Keywords: stepper motor, prescribed trajectory, manipulator, control law.

Сегодня на промышленных предприятиях крайне востребованы автоматизированные системы построенные на применении различных, роботов и роботизированных комплексов, актуальны также инновационные технологические решения, которые помогают наладить эффективный производственный процесс и в то же время минимизировать отрицательное воздействие производства на работников.

Все это способствовало внедрению на предприятия промышленных роботов, отличающихся своей высокой производительностью, не требующих время на отдых, исключающих из своей работы ошибки.

Любой промышленный робот состоит из 3-х подсистем: манипулятора; информационно-измерительной подсистемы; управляющей подсистемы. Существуют различные типы манипуляторов, которые характеризуются различной кинематической структурой. Кинематическая структура определяет степени подвижности и траекторию движения кинематических звеньев в пространстве.

В настоящее время в манипуляторах промышленных роботов в качестве привода для кинематических звеньев широко начинает использоваться электроприводы на шаговых двигателях.

В связи вышесказанными предлагаемый, достаточно, универсальный, подход синтеза законов управления движением кинематических звеньев манипулятора по предписанным траекториям является актуальной практически значимой проблемой.

Итак, рассмотрим 3-х звенный манипулятор, кинематическая структура, которого представлена на рис. 1.

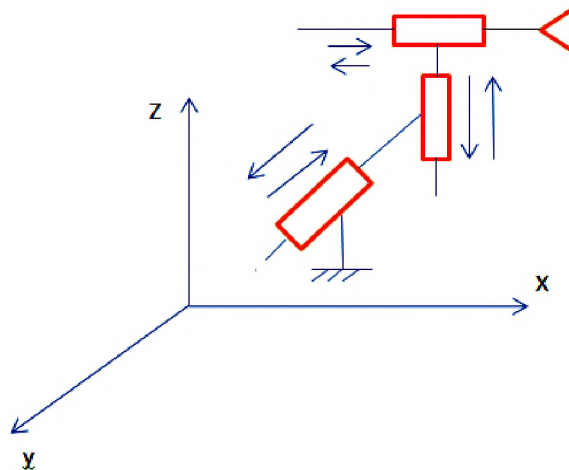


Рис.1. Кинематическая структура 3-х звенного манипулятора

Каждое звено манипулятора приводится в движение своим шаговым электроприводом.

В работе решается задача осуществления движения рабочего органа манипулятора (захватного устройства) по заданной предписанной программе движения. В качестве примера, предписанная программа задается в табличной форме в виде табл. 1.

Геометрически, предписанная траектория движения отображается в виде движения рабочего органа манипулятора по вершинам пирамиды (рис. 2.).

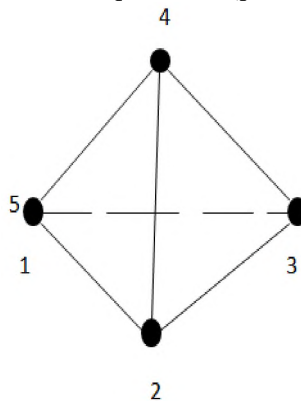


Рис.2. Контрольные точки предписанной программы движения

Движение начинается с вершины 1 далее осуществляется переход к вершинам 2,3,4 и 5.

Программа движения отображается в виде таблицы 1.

Таблица 1.

t_k	$t_0=0$	$t_1=1$	$t_2=2$	$t_3=3$	$t_4=4$
X_k	0	$1 \div 2,3,\dots$	$2,3,4,\dots$	$1.5; 1.6,\dots$	0
Y_k	0	$1 \div 2,3,\dots$	$2,3,4,\dots$	$1.5; 1.6,\dots$	0
Z_k	0	0	0	$2,3,\dots$	0

где X_k, Y_k, Z_k – координаты вершин в дискретные моменты времени t_k ;

Для синтеза искомых законов управления шаговыми приводами по осуществления движения по предписанной программе заданной в табличной форме в виде табл.1, нами

выведена [1] математическая модель дискретного движения 3-х шаговых приводов по осям X, Y, Z в виде системы (1)

$$\begin{cases} X_{k+1} = X_k + n_{kx} \cdot L_{шx}, \\ Y_{k+1} = Y_k + n_{ky} \cdot L_{шy}, \\ Z_{k+1} = Z_k + n_{kz} \cdot L_{шz}. \end{cases} \quad (1)$$

где X_k, Y_k, Z_k – координаты рабочего органа по осям x, y, z в дискретный момент t_k ;

$X_{k+1}, Y_{k+1}, Z_{k+1}$ – координаты к моменту времени t_{k+1} ;

$L_{шx}, L_{шy}, L_{шz}$ – соответствующие величины линейных перемещений рабочего органа по осям x, y, z от действия одиночных импульсов.

n_{kx}, n_{ky}, n_{kz} – необходимое количество управляющих импульсов подаваемых на отрезке времени $[t_k, t_{k+1}]$ на шаговые двигатели для осуществления движения по осям x, y, z. Из (1) и таблицы 1 компьютер вычисляет необходимые количества импульсов по формулам:

$$\begin{cases} n_{kx} = \frac{X_{k+1} - X_k}{L_{шx}}, \\ n_{ky} = \frac{Y_{k+1} - Y_k}{L_{шy}}, \\ n_{kz} = \frac{Z_{k+1} - Z_k}{L_{шz}}. \end{cases} \quad (2)$$

При выводе системы (1) учитывалось, что на вал роторов шаговых двигателей посажены зубчато-винтовые механизмы.

Компьютерное моделирование решаемой задачи осуществлено при помощи разработанных программ на основе (1) и (2) и табл. 1. Кроме того использован ППП Матлаб.

Результаты моделирования показывают, что действительно, движение происходит по заданной предписанной программе.

Листинг программы:

```
clc;clear all;close all;
%tetraedr
xt=[0 1 0 0.35 0 0 0.35 1];
yt=[0 1 1 0.65 0 1 0.65 1];
zt=[0 0 0 1 0 0 1 0];
%%траектория
x=[0 1 0 0.35 0];
y=[0 1 1 0.65 0];
z=[0 0 0 1 0];
len=length(x)-1;
%%импульси управление
lx=5;    % sag privoda po x
ly=6;    % sag privoda po y
lz=7;    % sag privoda po z
%% импульси управление
for i=1:len
    nx(i)=(x(i+1)-x(i))/lx;
    ny(i)=(y(i+1)-y(i))/ly;
    nz(i)=(z(i+1)-z(i))/lz;
end
%% nachalnaya tochka
X=0;
Y=0;
Z=0;
for i=2:len+1
    X(i)=X(i-1)+nx(i-1)*lx;
```

```

Y(i)=Y(i-1)+ny(i-1)*ly;
Z(i)=Z(i-1)+nz(i-1)*lz;

end
%точки
xx=[];
yy=[];
zz=[];
for i=1:len
    x1=linspace(x(i),x(i+1),1000);
    xx=[xx x1];
    y1=linspace(y(i),y(i+1),1000);
    yy=[yy y1];
    z1=linspace(z(i),z(i+1),1000);
    zz=[zz z1];
end
%%graph
plot3(X,Y,Z) % optimalnaya taektoria
grid on
figure
plot3(xt,yt,z,'--') % predpisannaya traektoria
grid on
hold on
comet3(xx,yy,zz)

```

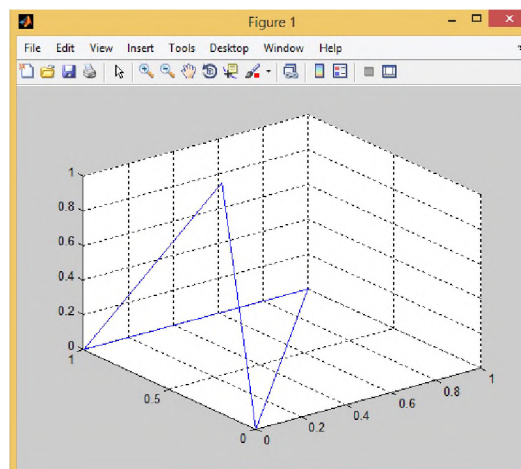
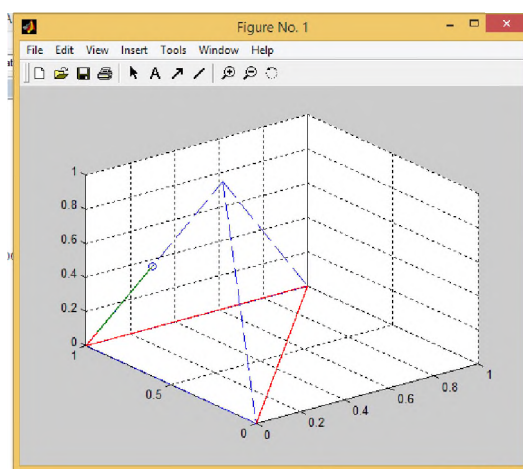


Рис.3. Результаты компьютерного моделирования

Выводы:

1. Выведена математическая модель шаговых приводов как объектов управления.
2. Предложена новая методика синтеза законов управления по осуществлению движения по предписанной программе заданной в табличной форме (Рис. 3.).

Список литературы

1. Батырканов Жениш Исакунович, Кадыркулова Кыял Кудайбердиевна, Белялов Шайбек Асланбекович. УПРАВЛЕНИЕ ШАГОВЫМ ПРИВОДОМ 3D – ПРИНТЕРА: МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ.

Известия КГТУ им. И.Раззакова 45/2018

Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. Научно-технический журнал, Издательский дом «Астраханский университет», № 1 (33), 2016.

2. Большаков В., Бочков А. и др. Основы 3D- моделирования /Санкт- Петербург 2012г. – 304с.

3. Ж.И. Батырканов, К.К. Кадыркулова. Синтез законов управления для осуществления движения объекта по предписанной программе. ПРИКАСПИЙСКИЙ ЖУРНАЛ: управление и высокие технологии. Издательский дом «Астраханский университет», НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ. ISSN 2074-1707 . №1 (29) 2015, стр. 143-155.