

**Н.А. АЙРАПЕТЯН, Р.Г. АКОБЯН**

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АЛГОРИТМА СУПЕРПИКСЕЛЬНОЙ  
СЕГМЕНТАЦИИ SLIC С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОРМУЛЫ  
ЦВЕТОВОГО РАЗЛИЧИЯ CIEDE2000**

Суперпиксельная сегментация изображений строит небольшое количество схожих с точки зрения восприятия сегментов, называемых суперпикселями, которые заменяют пиксели, тем самым облегчая нахождение сегментов в следующих стадиях. Исследуется алгоритм SLIC. Предлагается заменить формулу вычисления разности цветов CIE76 на более усовершенствованную CIEDE2000.

**Ключевые слова:** сегментация, суперпиксели, пересегментация, SLIC, K-means, CIEDE2000, цветовая разность.

**N.A. HAYRAPETYAN, R.G. HAKOBYAN**

**IMPROVING THE SLIC SUPERPIXEL SEGMENTATION ALGORITHM  
USING THE CIEDE2000 COLOR-DIFFERENCE FORMULA**

The superpixel segmentation of an image creates a small number of perceptually uniform segments called superpixels, substituting the pixels, and thus easing the process of segmentation at the next stages. The Simple Linear Iterative Clustering (SLIC) algorithm that uses the CIE76 formula for color-difference computation is studied. It is proposed to use the computationally more evolved and sophisticated CIEDE2000 formula to enhance the SLIC.

**Keywords:** segmentation, superpixels, oversegmentation, SLIC, Simple Linear Iterative Clustering, K-means, CIEDE2000, color-difference.

UDC 541.124.2

**G.H. KIRAKOSYAN, V.G. KHACHATURYAN, L.G. KIRAKOSYAN**

**MODELING AND DESIGN OF A DC MOTOR WITH A PID CONTROLLER  
BY MATLAB SOFTWARE**

A new method for modeling, analysis and control of the PID controller by MATLAB software is presented.

**Keywords:** DC motor, controller, Proportional Integral Derivative (PID), velocity, angle, script file.

**Introduction.** Photovoltaic array installations are becoming more prevalent around the world. Each of these solar parks has an expected lifetime of 20 – 25 years, and it is vital to maximize the power generating potential during the daily service. The accumulation of dust particles and debris on the surface of photovoltaic (PV) panels affects the performance negatively, the same way as on a cloudy day. This is

especially problematic in arid, dusty environments. There is a need for an automated cleaning solution to this problem which can service large ground-based solar arrays. An efficient robotic device can service such large scale parks for cleaning and built-in auto inspection for panels whilst conserving power and cleaning water when compared to human crews and current hardware alternatives. Such a robotized cleaning device consists of a cleaning head that moves over the panels. The cleaning head is driven by one 90V DC motor in the vertical direction and by a pair of 12V DC motors in the horizontal direction. To increase the flexibility and mobility of such a cleaning head significantly, it is necessary to model and develop the optimized PID controller.

The aim of this article is the development of a new method for modeling and design of the PID controller for the PV panel surface cleaning robot.

**Modeling the DC Motor.** This article considers the design of a linear model for a DC motor, the analysis of the model under the MATLAB software and the development of a PID controller. The *input* is the armature voltage  $V$ . The measured variables are the angular velocity of the shaft  $\omega$ , and the shaft angle  $\theta$ . The motor torque  $T$ , is related to the armature current  $i$ , by a constant factor  $K$ :

$$T = Ki \quad (1)$$

The back electromotive force (emf)  $V_b$  is related to the angular velocity by:

$$V_b = K\omega = K \frac{d\theta}{dt} \quad (2)$$

We can write the following equations based on the Newton's law combined with the Kirchhoff's law:

$$J \frac{d^2\theta}{dt^2} + b \frac{d\theta}{dt} = Ki \quad (3)$$

$$L \frac{di}{dt} + Ri = V - K \frac{d\theta}{dt} \quad (4)$$

Using the Laplace transform, Eqs. (3) and (4) can be written as:

$$Js^2\theta(s) + bs\theta(s) = KI(s) \quad (5)$$

$$LsI(s) + RI(s) = V(s) - Ks\theta(s) \quad (6)$$

where  $s$  is the Laplace operator. From (6) we can express  $I(s)$  and substitute it in (5) to obtain:

$$Js^2\theta(s) + bs\theta(s) = K \frac{V(s) - Ks\theta(s)}{R + Ls} \quad (7)$$

This equation for the DC motor is shown in the block diagram in Fig. 1.

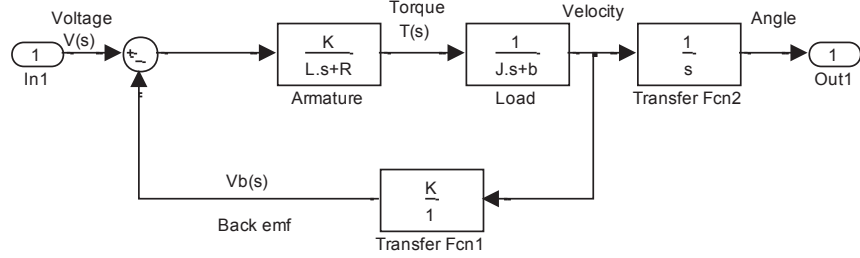


Fig. 1. The block diagram of the DC motor

From Eq. (7), the transfer function from the input voltage  $V(s)$  to the output angle  $\theta$  is obtained:

$$G_a(s) = \frac{\theta(s)}{V(s)} = \frac{K}{s[(R+Ls)(Js+b)+K^2]} \quad (8)$$

From the block diagram in Fig. 1, it is easy to see that the transfer function from the input voltage  $V(s)$  to the angular velocity  $\omega$  is:

$$G_v(s) = \frac{\omega(s)}{V(s)} = \frac{K}{(R+Ls)(Js+b)+K^2} \quad (9)$$

**Creation of a script file for the PID controller.** The above transfer function can be entered into Matlab by defining the numerator and denominator polynomials, using the conventions of the MATLAB's Control Toolbox [1]. The transfer function (8) can be entered in MATLAB as a script file [2].

The M-file pidcontrol.m contains the following values for the motor parameters:  $J/0.01$ ,  $b/0.1$ ,  $K/0.01$ ,  $R/1$  and  $L/0.05$ .

As  $G_a(s)$  can be expressed in the form of  $G_v(s) \cdot \frac{1}{s}$ , we can enter these two transfer functions separately and combine them in series:

$$aux = tf(K, conv([L R], [J b]))$$

$$Gv = feedback(aux, K);$$

$$Ga = tf(1, [1 0]) * Gv;$$

In order to model the PID controller, we have to use the function feedback to create a feedback connection of two transfer functions.

The Control System Toolbox offers a variety of functions that allow to examine the system's characteristics.

It is convenient to group the two transfer functions into a single system with one input, the voltage, and two outputs, the velocity and the angle:

$$G = [Gv; Ga].$$

We can plot the step, impulse and frequency responses of the motor model.

The well-known formula for the PID controller is given by:

$$C(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s \quad (10)$$

where  $u$  is the controller output (in our case - voltage  $V$ ),  $e = u_c - y$  is the controller input (the control error), and  $K_p$ ,  $K_d$ ,  $K_i$  are the proportional, derivative and integral gains, respectively. A block diagram of a basic feedback control of a DC motor with the PID controller is given in Fig. 2.

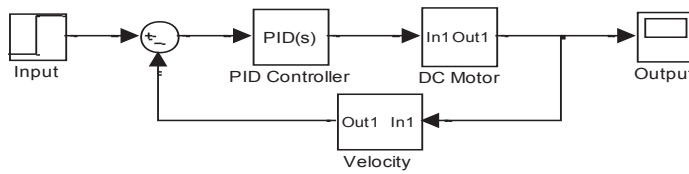


Fig. 2. Speed control feedback loop of a DC motor

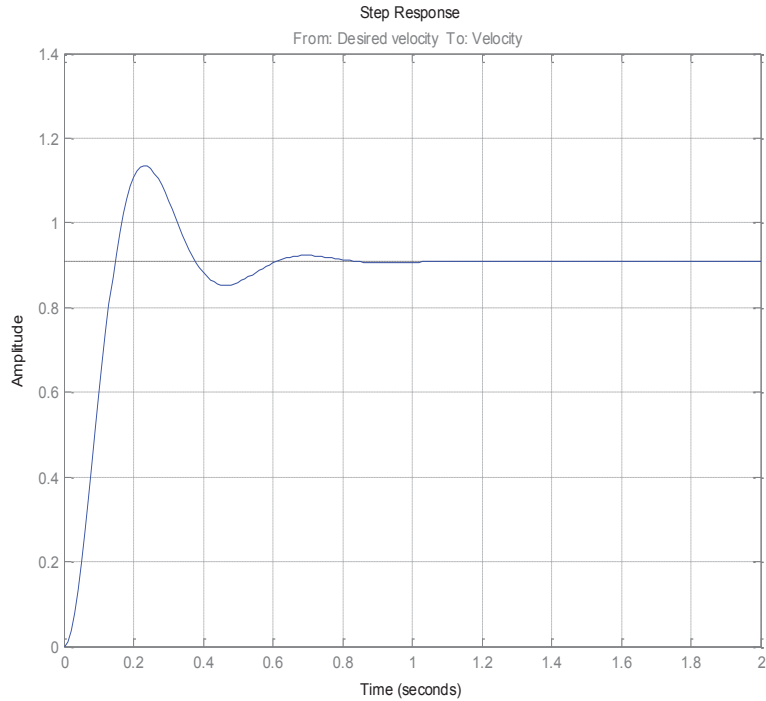
First, try a simple proportional controller with some estimated gain 100. To compute the closed-loop transfer function, the feedback command is used. Add the following lines to the pidcontrol.m file:

```
Kp = 100;
Gc = feedback(Gv * Kp, 1);
Gc.InputName = 'Desired velocity'.
```

Here  $G_c$  is the closed-loop transfer function. To see the step response of the closed-loop system, enter:

```
figure(3); step(Gc, 0:0.01:2).
```

You should get the plot given in Fig. 3. To eliminate the steady-state error, an integral action must be used. To reduce the overshoot, a derivative action can be employed. For improving the DC motor characteristics a complete PID controller is designed.



*Fig. 3. Closed-loop step response with a P controller*

Finally, we can edit the `pidcontrol.m` file so that it contains the following commands:

```
Kp = 1;
Ki = 0.8;
Kd = 0.3;
c = tf([Kd Kp Ki],[1 0]);
rlocus(Ga * C);
Kp = rlocfind(Ga * C);
Gc = feedback(Ga * C * Kp,1);
figure(4); step(Gc,0:0.01:5)
```

The `rlocus` and `rlocfind` functions are used to select the overall gain of the PID controller, so that the controller is stable and has the desired location of the poles (within the defined ratio among the  $K_p$ ,  $K_i$  and  $K_d$  constants). Note, that the function `rlocfind` selects a point on the root locus interactively, and determines the corresponding gain. If the design is not satisfactory, this ratio can be changed. We should obtain a plot similar to the one in Fig. 4.

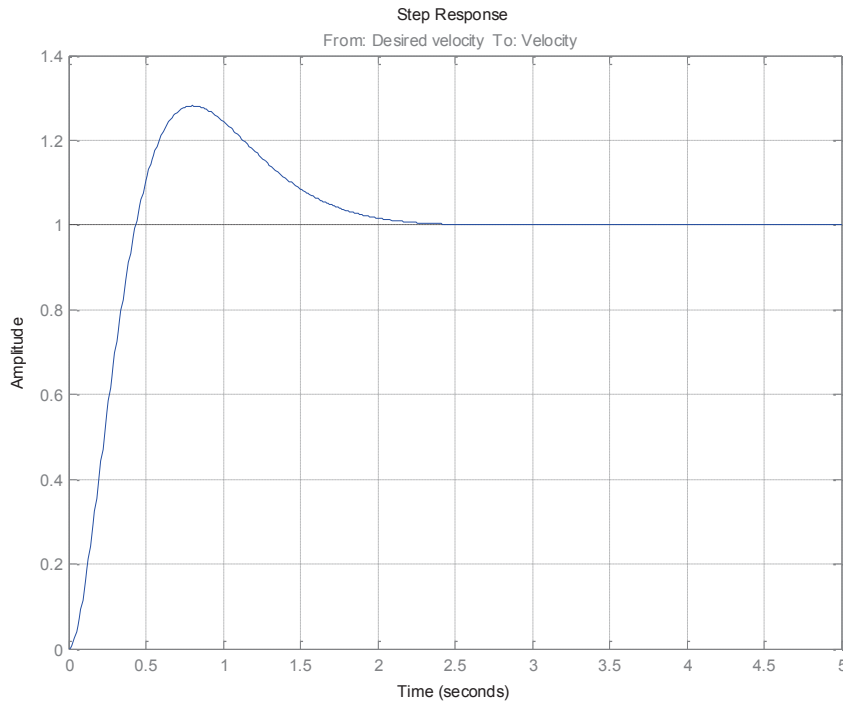


Fig. 4. Closed-loop step response with a PID controller

**Conclusion.** This article presents a new method for understanding the effect of a PID controller in the regulation of a DC motor. The proposed method can also be extended to other purposes and not only to learning about the DC motor. It can be used for investigating induction motors, alternators, image processing, etc.

## REFERENCES

1. Control System Toolbox User's Guide, 2006 by The MathWorks, Inc.
2. Ануфриев И., Смирнов А., Смирнова Е. MATLAB 7. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.- 1321с.

Գ.Հ. ԿԻՐԱԿՈՍՅԱՆ, Վ.Գ. ԽԱԶԱՏՈՒՐՅԱՆ, Լ.Գ. ԿԻՐԱԿՈՍՅԱՆ

**PID ԿՈՆՏՐՈԼԵՐՈՎ ՀԱՍՏԱՏՈՒՆ ՀՈՍԱՆՔԻ ՇԱՐԺԻՉԻ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՈՒՄԸ ԵՎ ՄՇԱԿՈՒՄԸ MATLAB ԾՐԱԳՐԱՅԻՆ ՓԱԹԵԹԻ ՄԻՋՈՑՈՎ**

Ներկայացված է PID կոնտրոլերը MATLAB ծրագրային փաթեթի միջոցով մոդելավորելու, վերլուծելու և դեկավարելու նոր մեթոդ:

**Առանցքային բառեր.** հաստատուն հոսանքի շարժիչ, կոնտրոլեր, համամասն ինտեգրող դիֆերենցող, անկյուն, սկրիպտ ֆայլ:

**Г.Г. КИРАКОСЯН, В.Г. ХАЧАТУРЯН, Л.Г. КИРАКОСЯН**  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО**  
**ТОКА ПИД-РЕГУЛЯТОРОМ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА**  
**MATLAB**

Представлен новый метод для моделирования, анализа и управления ПИД- регулятором с помощью программного пакета MATLAB.

**Ключевые слова:** двигатель постоянного тока, контроллер, пропорциональный интегрирующий дифференцирующий, угол, скрипт-файл.

ՀՏԴ 681.5.015

**Կ.Գ. ՄԿՐՏՉՅԱՆ**

**ՔՈՄՓՅՈՒԹԵՐՆԵՐԻ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՉԱՓԱՆԻՇ**

Ուսումնասիրվել են տարբեր ոլորտներում քոմպյուտերների գնահատման չափանիշները: Առաջարկվել է մտցնել քոմպյուտերների պարամետրերի գնահատման ընդհանուր չափանիշ, որը հնարավորություն կտա օգտագործողին մեկ թվի միջոցով գնահատել տվյալ քոմպյուտերի ընդհանրական չափանիշը, այդ թվում՝ արագագործությունը, հիշողությունները և այլն:

**Առանցքային բաներ.** քոմպյուտերների պարամետրեր, չափանիշ, ավտոմատացված համակարգ, գնահատման չափանիշ:

**Ներածություն:** Առօրյա կյանքում կիրառվող տարբեր ոլորտներում առկա են օգտագործվող սարքավորումների համար գործակիցներ: Դրանց մի մասը չափվում են էլեկտրաէներգիայի ծախսով, մի մասը՝ հզորությամբ, մի մասը՝ որևէ գործակցով և այլն: Օրինակ, բժշկական ոլորտում առկա են տարբեր, այդ թվում՝ արյան չափման մի շարք գործակիցներ, կամ գիտնականների գործունեության բնագավառում՝ H-գործակիցը [1] չափանիշ է, որը փորձում է միաժամանակ չափել գիտնականի կամ պրոֆեսորի հրատարակված աշխատանքների արդյունավետությունն ու ազդեցության գործոնը: Չափանիշը հիմնված է գիտնականի ամենաշատ հղումներով հոդվածների բազմության և ուրիշ հրատարակումներում դրանց մեջբերման քանակի վրա: Գործակիցը կարող է կիրառվել նաև գիտնականների խմբի՝ բաժնի, համալսարանի, երկրի արդյունավետության և ազդեցության գնահատման համար: H-գործակցի գաղափարը 2005թ-ին առաջարկել է ամերիկացի ֆիզիկոս Ջորջ Հիրշը [2] (Սան Դիեգոյի համալսարան, Կալիֆորնիա), որպես գործիք՝ գնահատելու համար տեսական ֆիզիկայում զբաղված ֆիզիկոսների աշխատանքը, և այն երբեմն անվանում են Հիրշի գործակից կամ Հիրշի թիվ: