



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110501899 A

(43)申请公布日 2019.11.26

(21)申请号 201910809008.5

G05B 13/02(2006.01)

(22)申请日 2019.08.29

(71)申请人 北京理工大学

地址 100000 北京市海淀区中关村南大街5
号

申请人 北京宏大和创防务技术研究院有限
公司
武汉宏海兴民科技有限公司

(72)发明人 邓宏彬 黄春光 魏星 周惠民
熊犒 刘培君 周志昊

(74)专利代理机构 上海精晟知识产权代理有限
公司 31253

代理人 安曼

(51)Int.Cl.

G05B 11/42(2006.01)

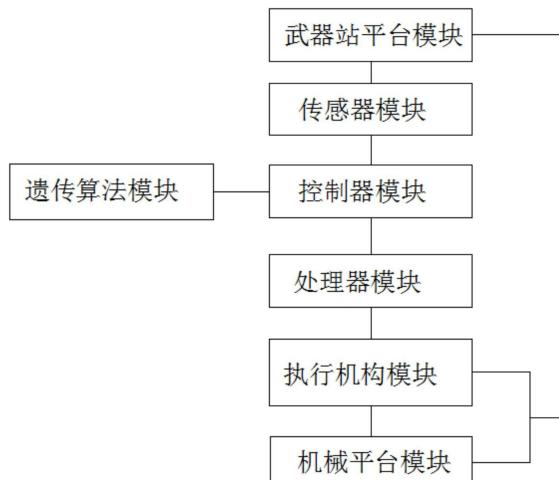
权利要求书2页 说明书4页 附图8页

(54)发明名称

一种基于遗传算法参数自整定的PID随动控
制方法

(57)摘要

本发明涉及自动控制技术领域，尤其是一种
基于遗传算法参数自整定的PID随动控制系统，
包括控制器模块，所述控制器模块通过传感器模
块实现与武器站平台模块的连接，同时武器站平
台模块将俯仰角和方位角通过传感器传递至控
制器模块中，所述控制器模块信号内部设置有遗
传算法模块，对控制器模块中接收的数据进行计
算，同时通过遗传算法模块，处理器模块对数据信
息进行识别并生成相应的指令传输至执行机
构模块中，执行机构模块根据指令配合机械平台
模块实现对武器站平台模块的俯仰角和方位角
的调节。本发明实现武器站平台对目标信号的快
速准确跟踪，要求响应调节时间在0.3s以内，稳
态误差在0.1%以内。



1. 一种基于遗传算法参数自整定的PID随动控制系统,包括控制器模块,其特征在于,所述控制器模块通过传感器模块实现与武器站平台模块的连接,同时武器站平台模块将俯仰角和方位角通过传感器传递至控制器模块中,所述控制器模块信号内部设置有遗传算法模块,对控制器模块中接收的数据进行计算,同时通过遗传算法模块,得到俯仰控制量、中间状态变量和方位控制量,并将计算后的数据信息传递至处理器模块中,处理器模块对数据信息进行识别并生成相应的指令传输至执行机构模块中,执行机构模块根据指令配合机械平台模块实现对武器站平台模块的俯仰角和方位角的调节。

2. 根据权利要求1所述的一种基于遗传算法参数自整定的PID随动控制系统,其特征在于,所述中间状态变量包括传感器测得的目标和武器站平台的位置,以及武器站平台本身的俯仰角和方位角。

3. 一种根据权利要求1-2所述的基于遗传算法参数自整定的PID随动控制方法,其特征在于,具体包括如下步骤:

S1、传感器测量武器站平台和目标的位置以及平台的俯仰角和方位角,根据公式计算出目标相对武器站平台的俯仰角和方位角,目标相对武器站平台的俯仰角和方位角的计算公式如下:

$$\emptyset_d = \frac{y_w - y_t}{z_t - z_w}$$

$$\varphi_d = \frac{x_w - x_t}{z_t - z_w}$$

其中, $x_w, y_w, z_w, x_t, y_t, z_t$ 分别表示平台位置的x轴、y轴、z轴分量和目标的x轴、y轴、z轴分量;

S2、根据下面两个公式计算出俯仰角和方位角的偏差:

$$e_\emptyset = \emptyset_d - \emptyset$$

$$e_\varphi = \varphi_d - \varphi$$

其中, \emptyset 、 φ 分别为传感器测得武器站平台的当前俯仰角和方位角;

S3、基于遗传算法的参数整定的PID算法来对俯仰和方位两个通道单独控制,以随动控制算法为示例,使用遗传算法对PID参数进行调节;

S4、设定输出量的各项指标在适应度中所占的权值比重,根据控制设计,分别给延迟时间、上升时间、峰值时间、调节时间、最大超调量、稳态误差赋于权重值;

S5、最终得到最优PID控制参数为kp、ki、kd,根据此结果,对控制系统给定不同输入信号,控制其进行随动跟踪。

4. 根据权利要求3所述的一种基于遗传算法参数自整定的PID随动控制方法,其特征在于,在实现S5步骤中的跟踪时需要分别输入阶跃信号、三角信号、脉冲信号、锯齿波信号,得到随动结果。

5. 根据权利要求3所述的一种基于遗传算法参数自整定的PID随动控制方法,其特征在于,S4步骤中由于最大超调量的结果仅有千分之几,与其他指标数值量差距较大,故其权重值较大。

6. 根据权利要求3所述的一种基于遗传算法参数自整定的PID随动控制方法,其特征在

于,S5中 $k_p=11.6365,k_i=0.5986,k_d=0$ 。

7.根据权利要求3所述的一种基于遗传算法参数自整定的PID随动控制方法,其特征在于,S4步骤中延迟时间、上升时间、峰值时间、调节时间、最大超调量、稳态误差的权重值分别为:1、2、2、1、70、2。

一种基于遗传算法参数自整定的PID随动控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及自动控制技术领域,尤其涉及一种基于遗传算法参数自整定的PID随动控制方法。

背景技术

[0002] 随动控制技术在工业中广泛应用于对物理系统的机械量的跟踪控制,随动控制属于基于误差反馈的动态控制。随动系统一般接受传感器测量得到的物理系统信息如位移和角度,然后再通过与目标信息的偏差量进行控制,将控制量传输给执行单元,完成物理系统对目标信号的跟踪。

[0003] 无人武器站要实现高效打击,精确毁伤等工作任务时,需要由火控系统控制的随动稳定平台引导武器站工作。随动稳定平台能够隔离武器站搭载平台在正常运动时所产生的各种扰动,同时持续反馈平台姿态以及位置等数据,最终根据作战目的及系统要求,实时精确调整并保持武器站姿态,由于现代战争中的战场态势变化快速,因此对武器站控制系统的响应速度和控制精度提出了很高的要求。

[0004] 目前随动控制技术中多采用经典PID控制算法以及模糊控制算法。经典PID控制算法调试简单,适用性强,但是容易出现超调,对PID的最优参数没有进行确定,而模糊控制则会产生较大的稳态误差。

发明内容

[0005] 本发明的目的是为了解决现有技术中存在的缺点,而提出的一种基于遗传算法参数自整定的PID随动控制方法。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用了如下技术方案:

[0007] 设计一种基于遗传算法参数自整定的PID随动控制系统,包括控制器模块,所述控制器模块通过传感器模块实现与武器站平台模块的连接,同时武器站平台模块将俯仰角和方位角通过传感器传递至控制器模块中,所述控制器模块信号内部设置有遗传算法模块,对控制器模块中接收的数据进行计算,同时通过遗传算法模块,得到俯仰控制量、中间状态变量和方位控制量,并将计算后的数据信息传递至处理器模块中,处理器模块对数据信息进行识别并生成相应的指令传输至执行机构模块中,执行机构模块根据指令配合机械平台模块实现对武器站平台模块的俯仰角和方位角的调节。

[0008] 优选的,所述中间状态变量包括传感器测得的目标和武器站平台的位置,以及武器站平台本身的俯仰角和方位角。

[0009] 本发明还提供了一种基于遗传算法参数自整定的PID随动控制方法,具体包括如下步骤:

[0010] S1、传感器测量武器站平台和目标的位置以及平台的俯仰角和方位角,根据公式计算出目标相对武器站平台的俯仰角和方位角,目标相对武器站平台的俯仰角和方位角的计算公式如下:

$$[0011] \quad \phi_d = \frac{y_w - y_t}{z_t - z_w}$$

$$[0012] \quad \varphi_d = \frac{x_w - x_t}{z_t - z_w}$$

[0013] 其中, $x_w, y_w, z_w, x_t, y_t, z_t$ 分别表示平台位置的 x 轴、y 轴、z 轴分量和目标的 x 轴、y 轴、z 轴分量;

[0014] S2、根据下面两个公式计算出俯仰角和方位角的偏差:

$$[0015] \quad e_\phi = \phi_d - \phi$$

$$[0016] \quad e_\varphi = \varphi_d - \varphi$$

[0017] 其中, ϕ 、 φ 分别为传感器测得武器站平台的当前俯仰角和方位角;

[0018] S3、基于遗传算法的参数整定的 PID 算法来对俯仰和方位两个通道单独控制, 以随动控制算法为示例, 使用遗传算法对 PID 参数进行调节;

[0019] S4、设定输出量的各项指标在适应度中所占的权值比重, 根据控制设计, 分别给延迟时间、上升时间、峰值时间、调节时间、最大超调量、稳态误差赋予权重值;

[0020] S5、最终得到最优 PID 控制参数为 k_p, k_i, k_d , 根据此结果, 对控制系统给定不同输入信号, 控制其进行随动跟踪。

[0021] 优选的, 所述在实现 S5 步骤中的跟踪时需要分别输入阶跃信号、三角信号、脉冲信号、锯齿波信号, 得到随动结果。

[0022] 优选的, 所述 S4 步骤中由于最大超调量的结果仅有千分之几, 与其他指标数值量差距较大, 故其权重值较大。

[0023] 优选的, 所述 S5 中 $k_p = 11.6365, k_i = 0.5986, k_d = 0$ 。

[0024] 优选的, 所述 S4 步骤中延迟时间、上升时间、峰值时间、调节时间、最大超调量、稳态误差的权重值分别为: 1.2、2.2、1.70、2.

[0025] 本发明提出的一种基于遗传算法参数自整定的 PID 随动控制方法, 有益效果在于: 该基于遗传算法参数自整定的 PID 随动控制方法采用俯仰和方位两通道单独控制, 采用遗传算法来进行 PID 控制参数整定, 使得 PID 控制的效果达到最优, 且利用遗传算法可以根据对各个控制性能指标的要求来调整控制参数, 这是一般算法难以达到的效果, 实现武器站平台对目标信号的快速准确跟踪, 要求响应调节时间在 0.3s 以内, 稳态误差在 0.1% 以内。

附图说明

[0026] 图 1 为本发明提出的一种基于遗传算法参数自整定的 PID 随动控制方法的系统框图。

[0027] 图 2 为本发明提出的一种基于遗传算法参数自整定的 PID 随动控制方法的控制流程图。

[0028] 图 3 为本发明提出的一种基于遗传算法参数自整定的 PID 随动控制方法的系统参数适应度图。

[0029] 图 4 为本发明提出的一种基于遗传算法参数自整定的 PID 随动控制方法的被控对

象结果输出图。

[0030] 图5为本发明提出的一种基于遗传算法参数自整定的PID随动控制方法的姿态角误差变化曲线图。

[0031] 图6为本发明提出的一种基于遗传算法参数自整定的PID随动控制方法的对阶跃信号随动结果图。

[0032] 图7为本发明提出的一种基于遗传算法参数自整定的PID随动控制方法的三角信号随动结果图。

[0033] 图8为本发明提出的一种基于遗传算法参数自整定的PID随动控制方法的脉冲信号随动结果图。

[0034] 图9为本发明提出的一种基于遗传算法参数自整定的PID随动控制方法的锯齿波信号随动结果图。

具体实施方式

[0035] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。

[0036] 参照图1-9,一种基于遗传算法参数自整定的PID随动控制系统,包括控制器模块,控制器模块通过传感器模块实现与武器站平台模块的连接,同时武器站平台模块将俯仰角和方位角通过传感器传递至控制器模块中,控制器模块信号内部设置有遗传算法模块,对控制器模块中接收的数据进行计算,同时通过遗传算法模块,得到俯仰控制量、中间状态变量和方位控制量,并将计算后的数据信息传递至处理器模块中,处理器模块对数据信息进行识别并生成相应的指令传输至执行机构模块中,执行机构模块根据指令配合机械平台模块实现对武器站平台模块的俯仰角和方位角的调节,中间状态变量包括传感器测得的目标和武器站平台的位置,以及武器站平台本身的俯仰角和方位角。

[0037] 本发明还提供了一种基于遗传算法参数自整定的PID随动控制方法,具体包括如下步骤:

[0038] S1、传感器测量武器站平台和目标的位置以及平台的俯仰角和方位角,根据公式计算出目标相对武器站平台的俯仰角和方位角,目标相对武器站平台的俯仰角和方位角的计算公式如下:

$$[0039] \emptyset_d = \frac{y_w - y_t}{z_t - z_w}$$

$$[0040] \Phi_d = \frac{x_w - x_t}{z_t - z_w}$$

[0041] 其中, $x_w, y_w, z_w, x_t, y_t, z_t$ 分别表示平台位置的x轴、y轴、z轴分量和目标的x轴、y轴、z轴分量;

[0042] S2、根据下面两个公式计算出俯仰角和方位角的偏差:

$$[0043] e_\emptyset = \emptyset_d - \emptyset$$

$$[0044] e_\varphi = \varphi_d - \varphi$$

[0045] 其中, \emptyset, φ 分别为传感器测得武器站平台的当前俯仰角和方位角;

[0046] S3、基于遗传算法的参数整定的PID算法来对俯仰和方位两个通道单独控制,以随动控制算法为示例,使用遗传算法对PID参数进行调节;

[0047] S4、设定输出量的各项指标在适应度中所占的权值比重,根据控制设计,分别给延迟时间、上升时间、峰值时间、调节时间、最大超调量、稳态误差赋于权重值分别为:1、2、2、1、70、2,由于最大超调量的结果仅有千分之几,与其他指标数值量差距较大,故其权重值较大;

[0048] S5、最终得到最优PID控制参数为 $k_p = 11.6365, k_i = 0.5986, k_d = 0$,根据此结果,对控制系统给定不同输入信号,控制其进行随动跟踪,跟踪时需要分别输入阶跃信号、三角信号、脉冲信号、锯齿波信号,得到随动结果。

[0049] 该方法采用俯仰和方位两通道单独控制,采用遗传算法来进行PID控制参数整定,使得PID控制的效果达到最优,且利用遗传算法可以根据对各个控制性能指标的要求来调整控制参数,这是一般算法难以达到的效果,实现武器站平台对目标信号的快速准确跟踪,要求响应调节时间在0.3s以内,稳态误差在0.1%以内。

[0050] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,根据本发明的技术方案及其发明构思加以等同替换或改变,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

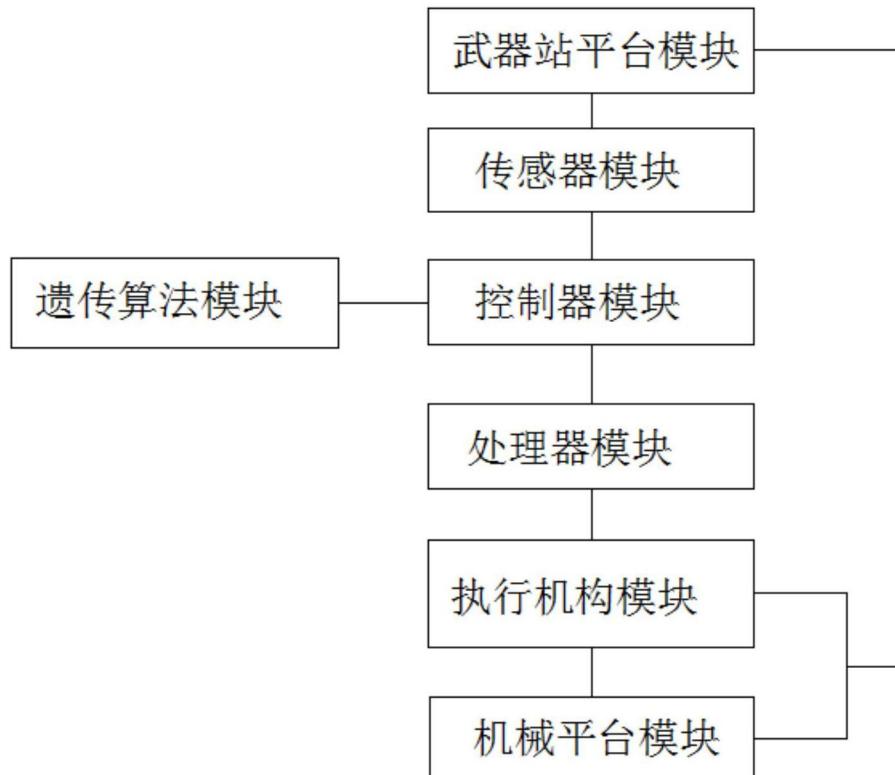


图1

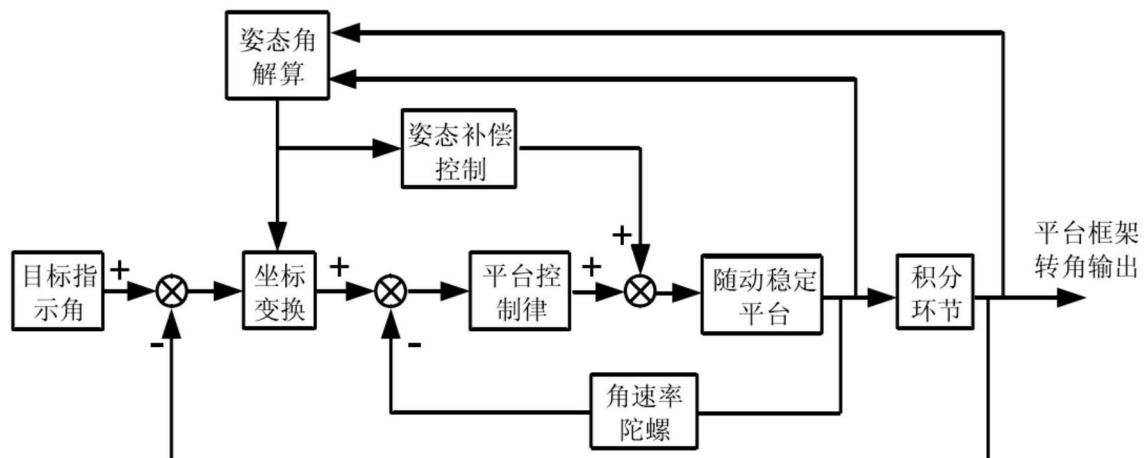


图2

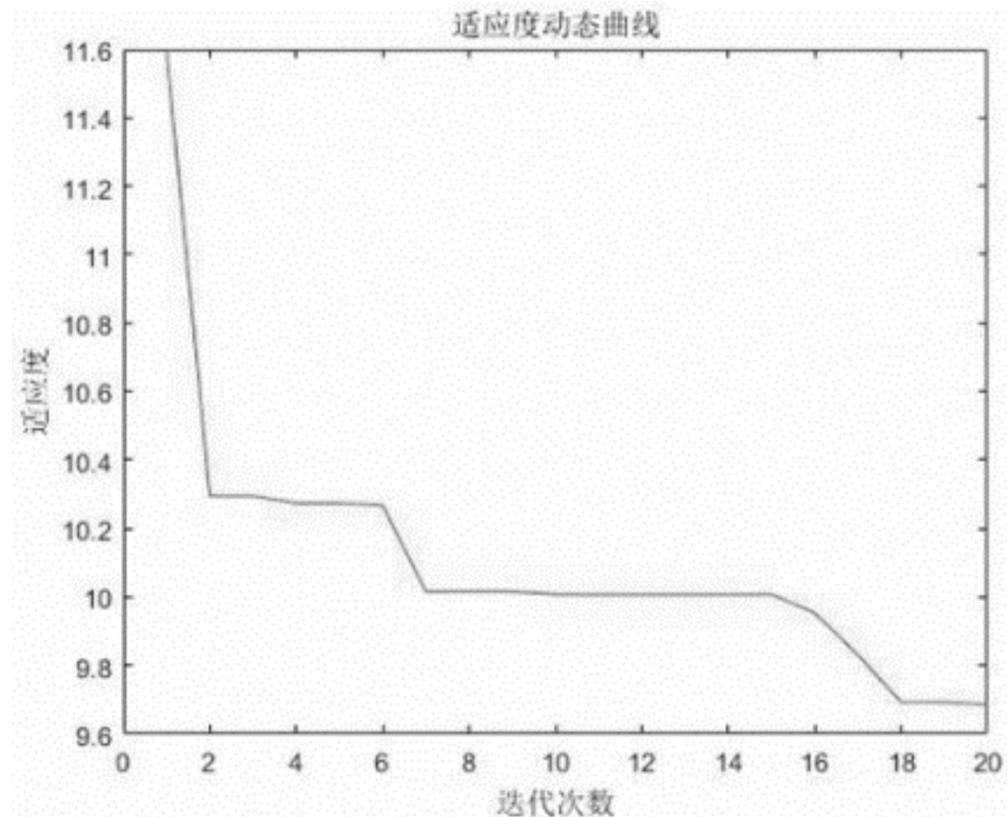


图3

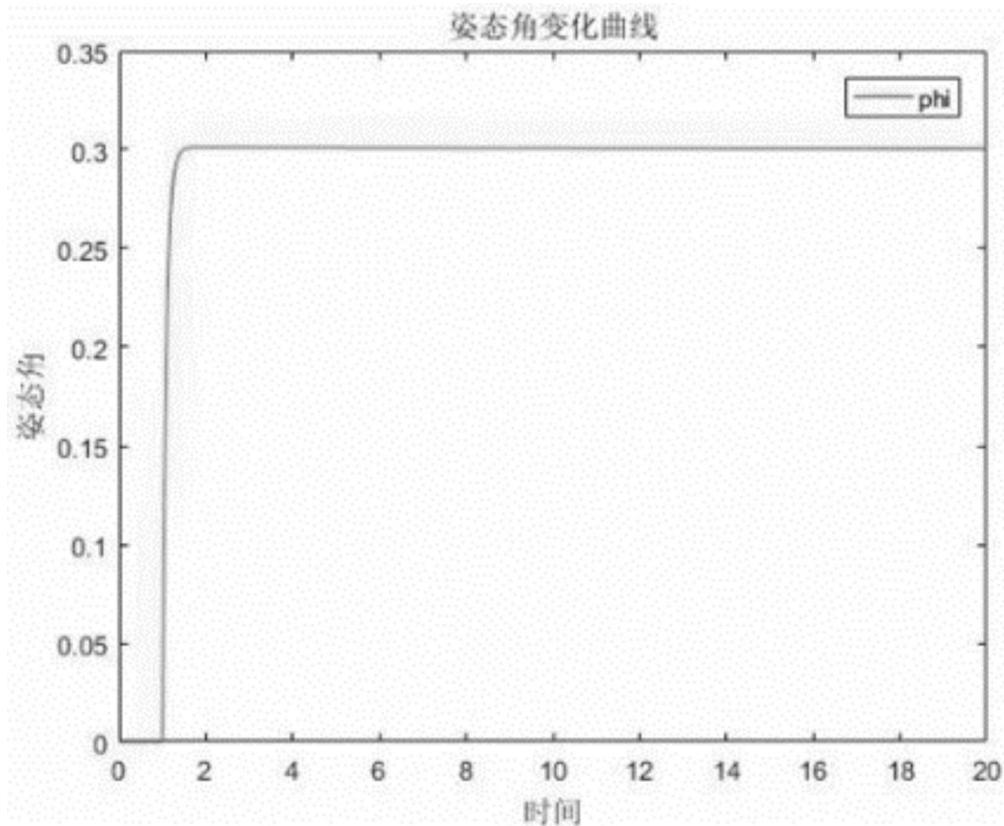


图4

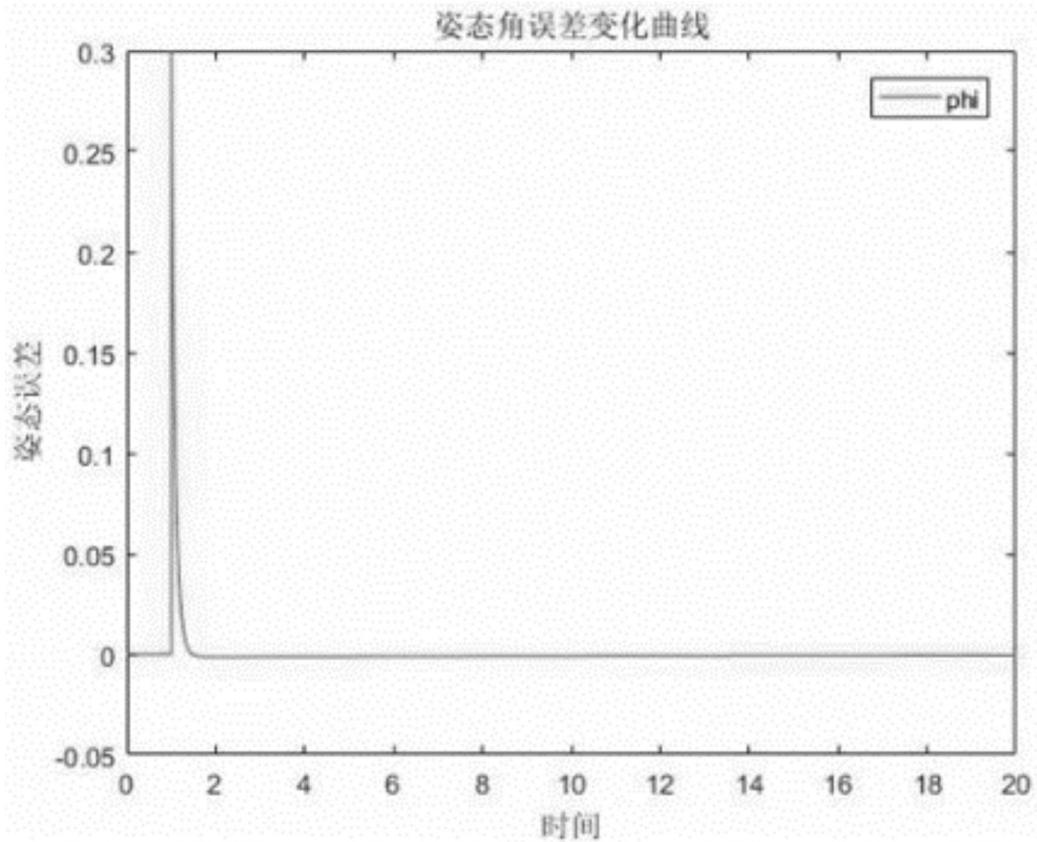


图5

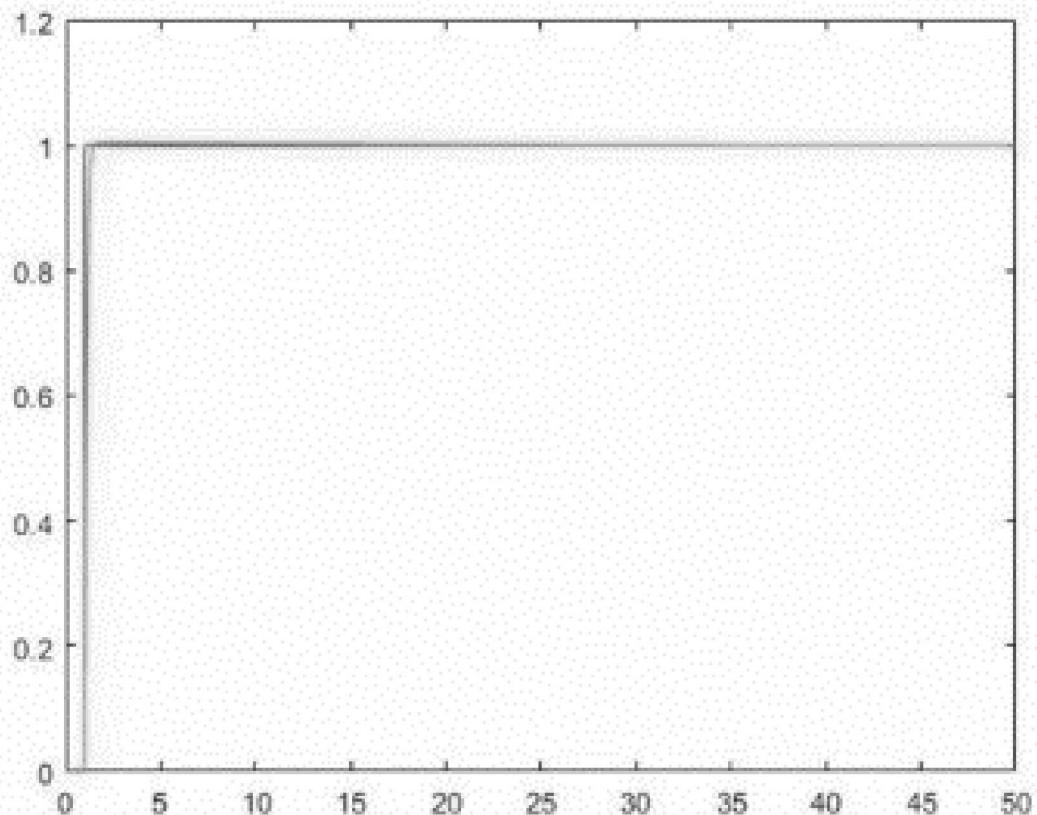


图6

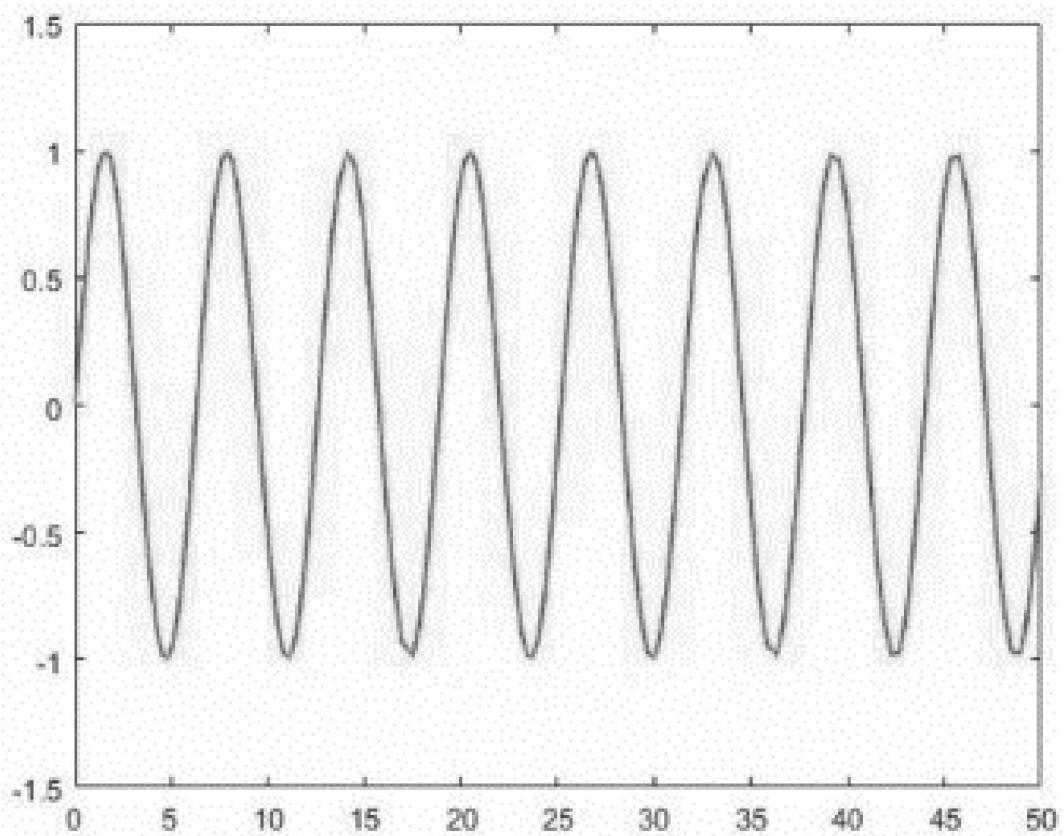


图7

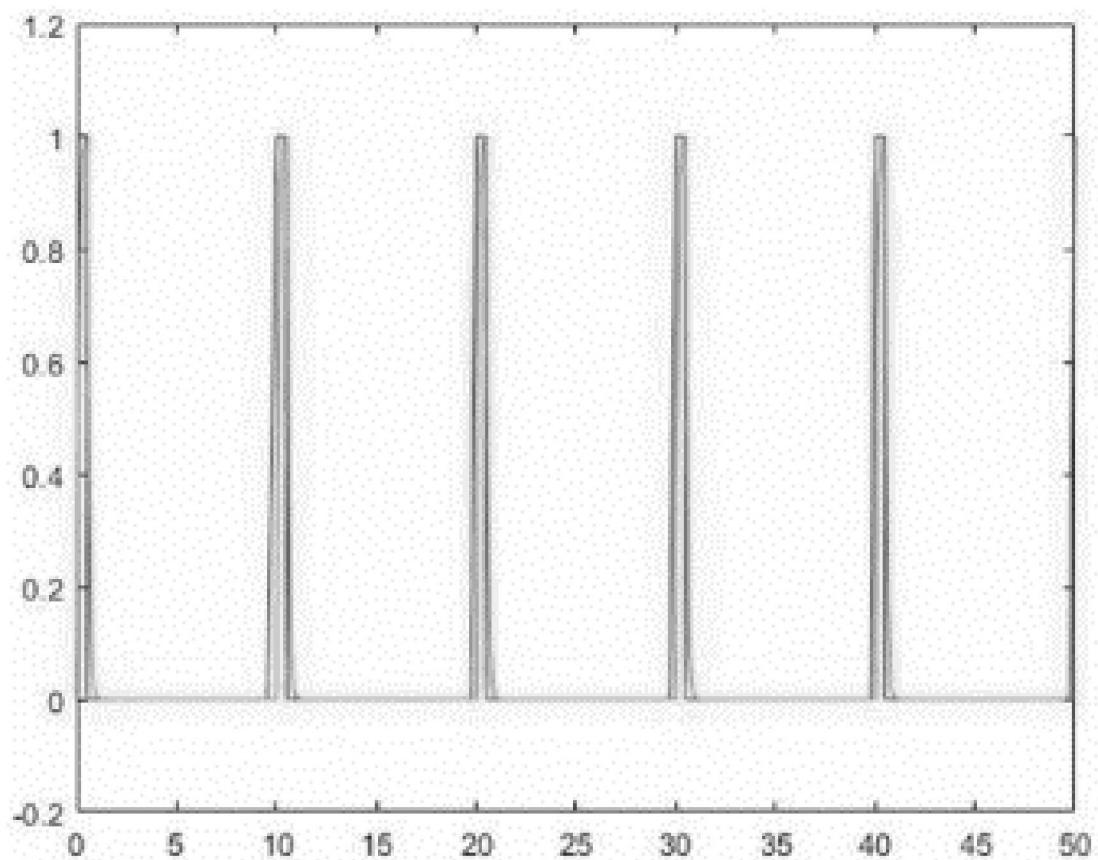


图8

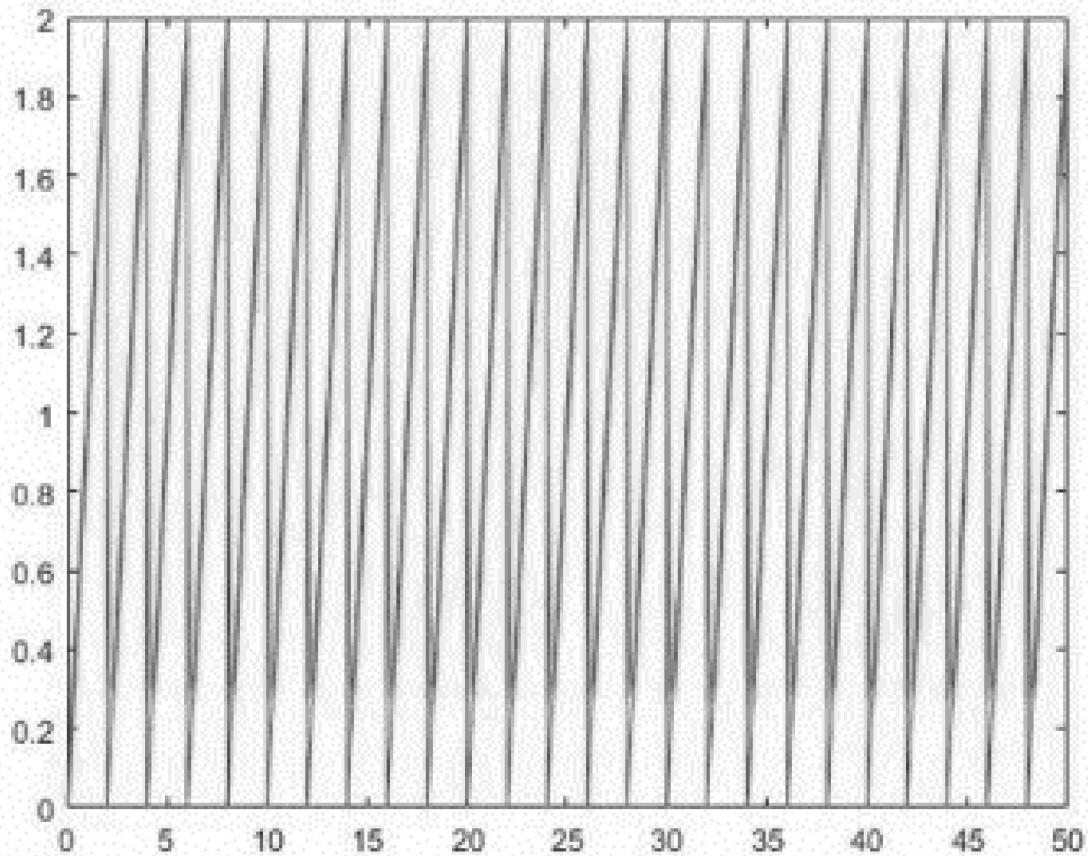


图9