

基于模型的直线倒立摆控制开发

—平衡小车之家

本文档主要介绍基于模型的直线倒立摆控制开发,包括软件安装、环境配置、 控制模型搭建、自动代码生成、仿真调试以及实物测试。

基于模型的设计(Model Based Design, MBD)是基于代码自动生成技术的 发展,源于 20 世纪九十年代初,最初用于航空航天、汽车以及工业自动化等领 域。而如空客 A380、美国通用混合动力汽车、特斯拉电动跑车、F-35 攻击机等 都采用了基于模型的设计。NASA 做过研究,汽车、航天器等产品的代码量近些 年在呈指数级增长,基于模型的设计则可以很好的保证算法的验证以及嵌入式的 实现。特别的,近些年工业自动化以及机器人技术的发展,代码量也在迅速的膨 胀,传统的手工编程模式面临着产品周期长,开发成本高、以及产品可靠性难以 保证的困难。具体来说,基于模型的设计有以下四个方面的好处:

- a) **图形化设计:**图形化设计使得系统具有明确、清晰、唯一的特点,而且便于 工程师之间的交流、维护;
- b) **早期验证:** 在使用 MATLAB 开发基于模型的项目的时候,可方便的使用 Simulink 模型本省固有的仿真以及通过形式化方法工具对模型进行分析;
- c) 代码自动生成: 自动代码生成将开发人员从繁复的编程中解放出来,从而可 以专注于控制算法的研发。利用 Simulink 自动生成的代码堪比具有 5 年以 上编程经验的程序员的质量,并且安全性比人工编码更高。
- d) **文档自动化**: 在基于模型设计的开发过程中,可以通过软件读取模型中相关 信息并自动创建文档,实现文档自动化。

因此,在未来,基于模型的设计是高效开发所有自动控制系统的必然趋势。 在本实验中,将详细介绍基于模型开发的步骤、流程、以及实现。





目录

软件安装	2
1.1 软件准备	2
1.2 matlab 软件安装	2
1.3 en.stm32-mat target 硬件支持包安装	2
1.4 STM32CUBEMX 软件安装	5
1.5 keil v5 编译软件安装	5
	6
运行模型	9
编译模型	13
下载代码	14
实验测试	16
,模型仿真	17
	软件安装



1 软件安装

1.1 软件准备

基于模型的设计主要安装的软件有以下三种,建议安装推荐版本。

圭 1	空壮旋舟列丰	
衣 1:	女表扒什列衣	

序号	软件
1	Matlab 2018a
2	Keil 5
3	STM32CubeMX-4.26.0
4	FlyMcu

1.2 matlab 软件安装

MATLAN 软件安装 matlab 2018a 或者以上版本,因为在模型中使用了一些 simulink 新 模块,在低版本中会导致模型错误。

安装教程连接: <u>https://mp.weixin.qq.com/s/trjMYokY49qTK44PQtkhqQ</u>

Matlab 2018a /64位(中文版)下载地址: pan.baidu.com/s/1-7zDSTr7Let2ye7GLh4mIA

<mark>提取码: t2ff</mark>

注意: matlab 的安装路径中不要有中文以及空格。默认路径的 "D:\Program Files (x86)\..."中也是含有空格的,建议自己更换没有空格的安装路径。

1.3 en. stm32-mat_target 硬件支持包安装

Step1:将压缩包 "en.stm32-mat_target.zip" 解压;

· 尔	修改日期	类型	大小
en.stm32cubemx	2019/5/24 9:24	文件夹	
en.stm32-mat_target	2019/5/24 9:25	文件夹	
KEIL5	2019/5/24 7:57	文件夹	
en.stm32cubemx.zip	2019/4/18 19:47	好压 ZIP 压缩文件	90,544 KB
en.stm32-mat_target.zip	2019/4/16 22:28	好压 ZIP 压缩文件	18,602 KB
stm32cube_fw_f1_v160.zip	2019/5/13 11:32	好压 ZIP 压缩文件	99,626 KB
下载hex软件.zip	2019/5/24 7:51	好压 ZIP 压缩文件	1,046 KB



2	Welcome to the InstallShield STM32-MAT The InstallShield(R) Wizard will allow yo remove STM32-MAT. To continue, click	Wizard for ou to modify, repair, or Next.
	< Back Next >	Cancel

Step3: 点击 Next;

然后根据提示安装,需要注意记住安装路径。

Step4: 默认安装路径 «C:\MATLAB\STM32-MAT » repository ,将该路径添加到 MATLAB 的



然后点击"添加并包含子文件夹",将上面的路径添加进去。



	MATLAB 搜索路径:				
添加文件夹	C:\Users\ROBOT\De	esktop\基于模型的倒	则立摆控制开发\MBD	Pendulum	
添加并包含子文件夹	C:\Users\ROBOT\De C:\Users\ROBOT\De C:\Users\ROBOT\De C:\Users\ROBOT\De	esktop\基于模型的倒 esktop\基于模型的倒 esktop\基于模型的倒 esktop\基于模型的倒	则立摆控制开发\MBC 则立摆控制开发\MBC 则立摆控制开发\MBC 则立摆控制开发\MBC	Pendulum\Gui_Da Pendulum\Gui_Da Pendulum\Gui_Da Pendulum\Gui Da	tadisplay tadisplay\M tadisplay\M tadisplay\M
移至顶端	C:\Users\ROBOT\De C:\Users\ROBOT\De C:\Users\ROBOT\De C:\Users\ROBOT\De	esktop\基于模型的倒 esktop\基于模型的倒 esktop\基于模型的倒	創立摆控制开发\MBD 創立摆控制开发\MBD 創立摆控制开发\MBD	 Pendulum\Gui_Da Pendulum\Gui_Da Pendulum\Gui_Da	tadisplay\M tadisplay\sli tadisplay\sli
上移	C:\Users\ROBOT\De	esktop\基于模型的使 esktop\基于模型的使	創立摆控制开发\MBD 創立摆控制开发\MBD	_Pendulum\Gui_Da	tadisplay\sl tadisplay\sl
下移	C:\Users\ROBOT\De	esktop\基于模型的倒	し し 立 摆 控 制 开 发 MBC	Pendulum\Gui_Da	tadisplay\slp
移至底端	C:\Users\ROBOT\De C:\Users\ROBOT\De C:\Users\ROBOT\De C:\Users\ROBOT\De C:\Users\ROBOT\De C:\Users\ROBOT\De	esktop\基于模型的健 esktop\基于模型的健 esktop\基于模型的健 esktop\基于模型的健 esktop\基于模型的健 esktop\基于模型的健	则立接控制升发(MBD 则立摆控制开发(MBD 则立摆控制开发(MBD 则立摆控制开发(MBD 则立摆控制开发(MBD)_Pendulum\Gui_Da _Pendulum\Gui_Da _Pendulum\Gui_Da _Pendulum\Gui_Da _Pendulum\Gui_Da Pendulum\Gui Da	tadisplay\slp tadisplay\slp tadisplay\slp tadisplay\slp tadisplay\slp tadisplay\slp
删除					

注: 当安装完 "en.stm32-mat_target" 软件后,打开 simulink 的库查看是否有 STM32 的硬件支持包,如果没有,点击右键刷新。如下图所示:

arget Support Package - STM32 Adapter/TIMERS			
> Powertrain Blockset > Powertrain Blockset > Renselaer Arduino Support Package Report Generator > RF Blockset > Robust Control Toolbox SimEvents > Simulink Control Toolbox Simulink Coder Support Package for STMicroelectronics Nucleo Boards > Simulink Coder Support Package for STMicroelectronics Nucleo Boards > Simulink Coder Support Package for STMicroelectronics Nucleo Boards > Simulink Coder Support Package for STMicroelectronics Nucleo Boards > Simulink Coder Support Package for STMicroelectronics Nucleo Boards > Simulink Coder Support Package for STMicroelectronics Nucleo Boards > Simulink Coder Support Package for STMicroelectronics Nucleo Boards > Simulink Design Optimization > Simulink Design Verifier > Simulink Design Verifier > Simulink Bestop Real-Time > Simulink Real-Time Simulink Requirements > Simulink Requirements > Simulink Test Stateflow > Surder Longtification Toolbox Y Target Support Package - STM32 Adapter ADC CAN DAC CPIO HRTIMERS I2C I2S MCU CONFIG REGISTERS SPI TIMERS USART ×WDG Vehicle Network Toolbox > Vehicle Network Toolbox	Timers		



1.4 STM32CUBEMX 软件安装

该软件的安装,参考资料包中文件夹"软件使用手册中的"《STM32CubeMX for STM32 configuration》 的第四节。

Step1: 右键以管理员权限运行程序;



Step2: 按照提示安装即可;

1.5 keil_v5 编译软件安装

参考《如何安装 KEIL5》;

注意,在破解过程中要关闭电脑的安全保护以及防火墙。



2、环境配置

如果使用提供的模型,请按照该配置步骤重新核对环境配置是否合适,因为对于提供的 模型在不同的主机上运行的时候,需要重新设置文件加载路径。特别注意:Step5 需要重新 配置。

Step1,	在	simulink	页面	点击环境配置按钮	:
--------	---	----------	----	----------	---

🖥 untitled * - Simulink				>
ile <u>E</u> dit <u>V</u> iew <u>D</u> isplay	Diag <u>r</u> am <u>S</u> imulation <u>A</u> nalysis <u>C</u> ode <u>T</u> ools	s <u>H</u> elp		
• 🔄 • 📄 🧔 🖛	> A 🔡 🎯 • 📾 • 🕪 🍕 🕞 🕨	• 🖉 • 🛙	10.0	
ntitled	Ø Model Configuration Parameter	's (Ctrl+E	
untitled	Simulation Target For MATLAB 8	& Stateflow		
-	Model Properties			
1				
1				
idy		100%		FixedStepDiscret
Q Search	-			
Solver	Simulation time			
Math and Data Types	Start time: 0.0	Stop time: 10.0		
Diagnostics	So rer selection			
Model Referencing	Type: Fixed-step	- Solver: discre	te (no continuous state	5)
Simulation Target			κ	
Code Generation Coverage	Solver details			
HDL Code Generation	Fixed-step size (fundamental sample tine): 0.001			
	Tasking and sample time options	_		
	Periodic sample time constraint: Unconstrained			•
	Treat each discrete rate as a separate task			
	Allow tasks to execute concurrently on target			
	Automatically handle rate transition for data transfer			
	Higher priority value indicates higher task priority			



Step3、点击"code generation" 菜单,在"Browse"中选择"stm32.tlc"

Search			
Solver Data Import/Export	Target selection		
Math and Data Types Diagnostics Hardware Implementation Model Referencing	System target in : stm32.tic Language: C Description: stm32 (Embedded Target)		Frowse
Simulation Target	Build process		
Report Comments Symbols Custom Code Interface Code Style Verification Templates Code Blacement	Package code and artifacts Zip file name: <a href="mailto: Makefile configuration Generate makefile Template makefile: stm32.tmf Make command: make_rtw Code generation objectives.		
Data Type Replacement STM32 Options STM32 Project Files	Prioritized objectives: Unspecified		Set Objectives
Coverage HDL Code Generation		•	Check Model

Step4、在"code generation" 菜单中勾选路径更新按钮,然后更新路径。

Configuration Parameters: uni	itled/Configuration (Active)	0 — 0		×
Q Search				
Solver Data Import/Export Math and Data Types Diagnostics Hardware Implementation Model Referencing Simulation Target Code Generation Optimization Report Comments Symbols Custom Code Interface Code Style Verification Templates Code Placement Data Type Replacement STM32 Options STM32 Project Files Coverage HDL Code Generation	Download Application STM32C beMx Path update STM32CubeMx installation path: D:\Program Files (x86)\STMicroelectronics\STM32Cube\STM32CubeMX Installed Full Path: D:\STM32 sOTF\STM32 Update installed path woder contiguration (toc) Full Path: woder contiguration (toc) Full Path: <empty> Interrupt Handler Optimization</empty>			
	OK Cancel I	Helm	Ar	mlv



Step5、在"STM32 PROJECT Files" 中选择外部调用文件的路径。在加载之前先删除 原有的路径, 然后再重新添加。 该路径纪要加载的文件在 "...\MBD\MBD_Pendulum\MBD_Pendulum\addSrc" Configuration Parameters: MBD_Pendulum/Configuration (Active) – 🗆 X Q Search 2 Solver Append to list Data Import/Export Select source files (.c) Math and Data Types C files included to project: 'C:\Users\ROBOT\Desktop\MBD\MBD_Pendulum\MBD_Pendulum\addSrc\src\getBuffPtr.c' Diagnostics Hardware Implementation Select include files (.h) Model Referencing eader files added to project: 'C:\Users\ROBOT\Desktop\MBD\MBD_Pendulum\MBD_Pendulum\addSrc\inc\getBuffPtr.h' Simulation Target Code Generation Optimization Report Comments 3 Symbols Custom Code Interface Code Style Verification Templates Code Placement Data Type Replacement STM32 Project Files overag HDL Code Generation 1 OK Cancel Help Apply

Step6、保存模型.

Save As					×
← → ~ ↑ 📙 > 这台电脑 > 桌面 > MBD_Pendulum :	>		ٽ ~	搜索"MBD_Pendulum"	م
组织 ▼ 新建文件夹				== -	0
 机械臂视频 公和 会称 新建文件夹 MBD_Pendulum MBD_Pendulum MBD_Pendulum MBD_Pendulum MBD_Pendulum MBD_Pendulum 	修改曰期 2019/5/13 10:55	<u></u> 文件夹	水		
文件名(N): MBD_Pendulum.slx					~
保存类型(T): Simulink Models (*.slx)					~
▲ 隐藏文件夹				保存(S) 取	消



3、运行模型

Step1、 打开 MATLAB;



Step2、 点击打开文件按钮,在 MATLAB 中打开模型所在的文件夹;选择文件存贮的位置, 然后打开该文件夹。

📣 MATLAB R2018a	
主页 绘图 APP 编辑器 发布	视图
● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	ご 公 分析代码 資 ③ 预设 ② 通数 ② ③ 数 次截夫 公 运行并针时 Simulink 布局 ● 设置路径 附加功能 評助 ● 请求支持 ▼ ② 清除命令 ■ ■ Parallel ▼ □ 7 解 MATLAB
文件 安量	代码 SIMULINK 环境 资源
← ● 1 2 → C: → Users → ROBOT → Desktop → 基于模型的倒式	立摆控制开发 ▶
当前文件夹	🧭 編編器 - C:\Users\ROBOT\Desktop\MBD_Pendulum\Gui_Datadisplay\Gui_Datadisplay.m
□ 名称 ▲	Gui_Datadisplay.m 🗶 +
1_安装软件	7 % the existing singleton*.
2 软件使用手册	8 %
A MBD_Pendulum 一 、 が接到的例合理控制正分子明 Jacon	9 % GUI_DATADISPLAY('CALLBACK', hObject, eventData, handles,) calls the local
~WRL1451.tmp	10 % function named CALLBACK in GUI_DATADISPLAY. M with the given input arguments
量 基于模型的倒立摆控制开发手册.docx	
- 82 ²	12 GUI_DATADISPLAY(Property , edit1 ,) creates a new GUI_DATADISPLAY or ra
	13 a existing singleton*. Starting from the left, property editional are
	15 humrecognized property name or invalid edit1 makes property application
	16 stop. All inputs are passed to Gui Datadisplay OpeningFon via varargin.
	17 %
	18 % *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI allows only one
	19 % instance to run (singleton)".
	20 %
	21 -% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES
	22
	23 % Edit the above text to modify the response to help Gui_Datadisplay
	24
	25 % Last Modified by GUIDE v2.5 16-May-2019 13:16:42
	26
	2/ m Begin initialization code - DU NUI EDIT
	28 - gui_Singleton = 1;
	25 - 」gui State - Struct(gui name , millename,
	1、1000 WATCHD:用参加中天式送入し、即東線。



Step3、 鼠标左键选中 "MBD_Pendulum" 文件夹, 然后右键选择 "添加路径-选中的文价 夹和子文件夹";



此时,该文件夹高亮显示,如下图:

📣 MATLAB R2018a										
主页 绘图	APP	编辑器	发布	视日	3					
 ● ●	は 登 北 交 件 し し 数 数 部 の の の の の の の の の の の の の		新建变量 打开变量 ▼ 青除工作区 ▼		 分析代码 运行并计时 清除命令 	Simulink	一稿	 预设 设置路径 Parallel ▼ 	的加助能	? ² 帮助 * 上
	sers + ROBOT +	^又 ≞ Deskton ▶ 甚	干模型的倒立摆拢	空制开发 1		SHADCHAR		MUR		
当前文件夹		besidop - E		/ 编辑器 -	C:\Users\RC	BOT\Deskt	op\MBD	Pendulum\G	ui Datadis	olav∖Gui Da
□ 名称 ▲				Gui D	atadisplay.m	× +			-	
 □ 1_安装软件 □ 2_めけ使用手段 □ MBD_Pendum ■ *86里の約立場がであ开发 □ ~WR1451.mp □ 基于模型的街立摆技制开发 	手册.docx ≷手册.docx			7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 - 29 - 29 - 29 - 29 - 29 - 29 - 29 - 29 - 29 - 29 - 29 - 29 - 29 - 29 - 20 - - - - - - - - - - - - -	<pre>% the % GUI % fun % GUI % exi % app % unr % sto % sto % *Se % ins % *Se % ins % Edit the % Last Mod % Begin in gui_Single gui State</pre>	existing 	AY('CALA AY('CALA AY('Prode leton* propert puts an ons on uun (sir UUDATA, UUDATA, con code gui Mar	<pre>ton*. LLBACK', hObj BACK in GUI_ Starting before Gui_D ty name or i re passed to GUIDE's Too ngleton)". GUIHANDLES bdify the re 2.5 16-May-2 e - DO NOT E me',</pre>	ect, even DATADISPI tl',) from the atadispi nvalid ev Gui_Dat: ls menu. sponse to colg 13:10 DIT filename,	tData, han LAY. M with creates : left, pr ay_Openin, dit1 make; adisplay_(Choose o help Gu 6: 42



Step4、 鼠标左键选中双击文件夹 "MBD_Pendulum", 进入到该文件夹;









Step6、 检查环境配置, 特别注意: Step5 需要重新配置。

Step7、 鼠标左键单击,编译模型,自动生成代码;

Flation Schemeter V Controllor V Encoder	V WD Restrictor X Read Facedar X	time Build Model Ctrl+B
LED Pendulum	A MEE_FELIDITUM A MERE_EDCODET A	Build Selected Subsystem
		Embedded Coder <u>Q</u> ukk Start
* # # 	平衡小车之家 www.minibalance.com	***一阶直线倒立摆控制模型******
3	Mag MagSize pMMag Mag Mag size pMMag	
	EncoderA AngleA PositionTime	STM32_Config USART1_RECEIVE_DATA USART1_SEND_DATA
	GLOBAL VARIABLES	STM22
	Encoder/Int S-Function Builder3	Timers Controller
	 	====================================

注意:每次在编译模型,生成代码的时候,需要都在该文件夹下执行,否则会导致编译生成的文件在其他文件夹下,会使得后面代码编译的时候出现错误。

Step8、 鼠标左键单击,编译模型,自动生成代码;

第一次编译可能会花费的时间比较多,,,,

编译成功后,会弹出如下对话框(该对话框可在设置中关闭)

ontents	Code Generat	ion Report for 'MBD_Pendulum'
ummary	Madel Information	
ubsystem Report	woder information	
ode Interface Report	Author	ROBOT
aceability Report	Last Modified By	ROBOT
atic Code Metrics Report	Model Version	1.76
alle code metrics heport	Tasking Mode	SingleTasking
enerated Code -] Model files MBD_Pendulum.c	<u>Configuration settings at ti</u> Code Information	me of code generation
enerated Code -] Model files <u>MBD_Pendulum.c</u> <u>MBD_Pendulum.h</u>	Configuration settings at ti Code Information System Target File	me of code generation
enerated Code -1 Model files MBD_Pendulum.c MBD_Pendulum.h MBD_Pendulum_private.h	Configuration settings at ti Code Information System Target File Hardware Device Type	me of code generation stm32.tlc STMicroelectronics->STM32 32-bit Cortex-M
enerated Code -1 Model files MBD_Pendulum.c MBD_Pendulum.h MBD_Pendulum_private.h MBD_Pendulum_types b	Configuration settings at ti Code Information System Target File Hardware Device Type Simulink Coder Version	me of code generation stm32.tlc STMicroelectronics->STM32 32-bit Cortex-M 8.14 (R2018a) 06-Feb-2018
ienerated Code Model files MBD_Pendulum.c MBD_Pendulum.h MBD_Pendulum_private.h MBD_Pendulum_types.h Subsystem files	Configuration settings at ti Code Information System Target File Hardware Device Type Simulink Coder Version Timestamp of Generated Source Code	me of code generation stm32.tlc STMicroelectronics->STM32 32-bit Cortex-M 8.14 (R2018a) 06-Feb-2018 Fri May 24 10:12:00 2019
enerated Code -1 Model files MBD_Pendulum.c MBD_Pendulum.h MBD_Pendulum_private.h MBD_Pendulum_types.h -1 Subsystem files Encoder.c Encoder.c	Configuration settings at ti Code Information System Target File Hardware Device Type Simulink Coder Version Timestamp of Generated Source Code Location of Generated Source Code	me of code generation stm32.tlc STMicroelectronics->STM32 32-bit Cortex-M 8.14 (R2018a) 06-Feb-2018 Fri May 24 10:12:00 2019 C:\Users\ROBOT\Desktop\基于模型的倒立摆控制开发 \MBD_Pendulum\MBD_Pendulum_stm32\
enerated Code -1 Model files MBD_Pendulum.c MBD_Pendulum.h MBD_Pendulum_private.h MBD_Pendulum_types.h -1 Subsystem files Encoder.c Encoder.h	Configuration settings at ti Code Information System Target File Hardware Device Type Simulink Coder Version Timestamp of Generated Source Code Location of Generated Source Code Type of Build	me of code generation stm32.tlc STMicroelectronics->STM32 32-bit Cortex-M 8.14 (R2018a) 06-Feb-2018 Fri May 24 10:12:00 2019 C:\Users\ROBOT\Desktop\基于模型的倒立摆控制开发 \MBD_Pendulum\MBD_Pendulum_stm32\ Model
ienerated Code Model files MBD_Pendulum.c MBD_Pendulum.h MBD_Pendulum_private.h MBD_Pendulum_types.h Subsystem files Encoder.c	Configuration settings at ti Code Information System Target File Hardware Device Type Simulink Coder Version Timestamp of Generated Source Code Location of Generated	me of code generation stm32.tlc STMicroelectronics->STM32 32-bit Cortex-M 8.14 (R2018a) 06-Feb-2018 Fri May 24 10:12:00 2019 C:\Users\ROBOT\Desktop\基于模型的倒立摆控制开发
ienerated Code Model files MBD_Pendulum.c MBD_Pendulum.h MBD_Pendulum_types.h Subsystem files Encoder.c Encoder.h Utility files (7)	Configuration settings at ti Code Information System Target File Hardware Device Type Simulink Coder Version Timestamp of Generated Source Code Location of Generated Source Code Type of Build Objectives Specified	me of code generation stm32.tlc STMicroelectronics->STM32 32-bit Cortex-M 8.14 (R2018a) 06-Feb-2018 Fri May 24 10:12:00 2019 C:\Users\ROBOT\Desktop\基于模型的倒立摆控制开发 \MBD_Pendulum\MBD_Pendulum_stm32\ Model Unspecified



4、编译模型

Step1、 鼠标左键单击打开工程, 生成 hex 文件;

该步骤的目的在于,使用第三方编译工具,编译生成的代码,生成可.hex文件。 我们在文件夹C:\Users\ROBOT\Desktop\基于模型的倒立摆控制开发 \MBD_Pendulum\MBD_Pendulum\MDK-ARM 打开工程。

	于模型的倒立摆控制开发 > MBD_Pendulum	n > MBD_Pendulum >	MDK-ARM		~ (
林涛达问	名称 ^	修改日期	类型	大小	
	DebugConfig	2019/5/24 7:41	文件夹		
采 山	MBD Pendulum	2019/5/24 7:41	文件夹		
下载 📌	RTE	2019/5/24 7:41	文件夹		
〕文档 📌	EventRecorderStub.scvd	2019/5/22 20:33	SCVD 文件	1 KB	
- 图片 🛷	MBD Pendulum.uvguix.ROBOT	2019/5/23 23:36	ROBOT 文件	175 KB	
0 底盘	MBD_Pendulum.uvoptx	2019/5/23 23:21	UVOPTX 文件	23 KB	
2 软件使用手册	MBD_Pendulum.uvprojx	2019/5/23 23:21	礦ision5 Project	25 KB	
MDK-ARM	B	2010/5/22.22.21	AAACAA MUU	A4.170	
基于模型的倒立摆挤	asm startup_stm32f103xb.s	2019/5/23 23:21	Assembler Source	14 KB	
OneDrive					
此电脑					
3D 对象					
视频					
图片					
1.20					
百乐					
1994 C					

Step2、 点击编译;







5、下载代码

Step1、 双击打开软件 "FlyMcu", 点击搜索串口; 如果此时, 倒立摆的控制电路通过

USB 已经连接到电脑,则会自动搜索到串口号。

因此,在该步骤以及以后的步骤,请确保有平衡小车之家的控制器,然后将控制电路通过 USB 口连接到电脑。

手持万用	1编程器	STMISP +	免费STMIA	P LPC2xxx	ISP			1
	开始编辑	e(P)	 ✓ 校號 ✓ 校號 ✓ 使點 □ 使用 □ 连纲 	え 星后执行 RamIsp 換烧录模式				
读器件	‡信息(R)	清除	芯片(Z)	读F	LASH			
选项字 ⁼ ☑编程	节区: 到FLASH	时写选项字	节					
读保护:	A5 7	更件选项:	FF	设定选项	字节等			
写保护:	FF	FF FF	FF 用	户数据0-1	FF FF	1		
			100-01					

Step2、 对软件 "FlyMcu" 做如下设置;

dulum MBD_Per	dulum MDK-AR	MMRD Pendulum MRD Pendulu	
		HTTPD_Fendularit (HDD_Fendula	m.hex 凶编程前重装文件
持万用编程器 开始编	STMISP 免 呈(P)	まSTMTAP LPC200xISP ✓ 検验 ✓ 编程后 丸行 → 健田PL nIsp	芯片已不包含此信息) 96位的芯片唯一序列号: [32FF6E064E58373451381843] [066EFF32 3437584E 43183851] 读出的选项字节:
读器件信息(R 选项字节区:]编程到FLASH) 清除芯 时写选项字节	;片(Z) 读FLASH	A55AFF00FF00FF00FF00FF00FF00 全片擦除成功 第328毫秒, 己准备好 共写入3KB,进度100%,耗时1937毫秒 写入选项字节: A5 5A FF 00 FF 00 FF 00 FF 00 FF 00
保护: A5	硬件选项:	FF 设定选项字节等	FF 00 FF 00 FF 00
济保护: FF	FF	FF 用户数据0-1 FF F	 へのつへ匹吸子で 写入的选项字节: A55AFF00FF00FF00FF00FF00FF00FF00



Step3、 加载生成的. hex 文件, 路径为:

C:\Users\ROBOT\Desktop\ 基 于 模 型 的 倒 立 摆 控 制 开 发\MBD_Pendulum\MBD_Pendulum\MBD_Pendulum\MBD_Pendulum\MBD_Pendulum.hex

系统(X) 帮助(Y) Language 搜索串口(V) Port:COM3 候机下载时的程序文件:	ops:115200 www.mcuisp.com 编程器(W) 关于(Z)
Hould WibD_Pendulum WibC_ARK WWbD_Pendulum WibD_Pendulum	
□	
支保护: A5 硬件选项: FF 设定选项字节等 弓保护: FF FF FF FF FF	
RTS的高电平复位,DTR高电平进BootLoader	

Step4、 点击"开始编程"按钮,下载代码,下载成功如下图所示;

➢ FlyMcu V0.100单片机在线编程专家www.mcuisp.com 系统(X) 帮助(Y) Language 搜索串□(V) Port:COM3 联机下载时的程序文件:	ー ロ X bps:115200 www.mcuisp.com 编程器(W) 关于(Z)
手持万用编程器 STMISP 免费STMIAP LPC2xxxISP 开始编程(P) 计算法 计算法 计算法 计算法 日本 日本 日本 <th> 世瑞性前里表义件 芯片己不包含此信息) 96位的芯片唯一序列号: [32FF6E064E58373451381843] [066EFF32 3437584E 43183851] 读出的选项字节: </th>	 世瑞性前里表义件 芯片己不包含此信息) 96位的芯片唯一序列号: [32FF6E064E58373451381843] [066EFF32 3437584E 43183851] 读出的选项字节:
读器件信息(R) 清除芯片(Z) 读FLASH 选项字节区: ////////////////////////////////////	ASSAFF00FF00FF00FF00FF00FF00FF00 全片擦除成功 第360毫秒, 己准备好 共写入13KB,进度100%,耗时6141毫秒 写入选项字节: A5 5A FF 00 FF 00 FF 00 FF 00 FF 00 FF 00 FF 00 成功写入选项字节
PTS的宣由亚复位 DTD 宣由亚进Boot oader	A55AFF00FF00FF00FF00FF00FF00FF00 从08000000开始运行失败可能是因为刚写了选 项字节!!! www.mcuisp.com(全脱机手持编程器EP968,全球首 创)向您报告,命令执行完毕,一切正常 ✓
RTS的高电,平复10,DTR高电平进BOOTCOADEr	



6、实验测试

Step1、 打开 MATLAB 中的文件夹 "Gui_Datadisplay" 中的 Gui_Datadisplay. m 文件, 点

击运行;会弹出 GUI 界面;



Step2、 选择 com 口,打开串口;则可实时观察到反馈的数据,也可利用 GUI 给控制器发

送命令;





7、模型仿真

Step1、在 MATLAB 工作目录中,将文件夹"Simulink_Inverted_Pendulum",添加到 matlab

的工作路径中;

MATLAB R2	2018a					
主页	绘图 API	P 编		发布	视图	
☆ □ 新建 打开	□ □ 重找文件 ♀ □ □ 重找文件 ♀ □ 比较 ▼ ♀ ■ □ 打印 ▼ ♀ □ 文件	 ▲ 插入 特至 ▼ 注释 直找 ▼ 缩进 导航 	■ f× ■ ・ % ☆ ぷ? ■ 41 ■ #電	• · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	▶ 授 ▶ 章行 运行 运行并 B 前进 运行并 • 前进 运行	
💠 🌩 💽 💹	C: ► Users ► R	OBOT 🕨 Desk	top ▶ 基于模	型的倒立摆控	割开发 ▶	
当前文件夹	0			0 📝	编辑器 - C:\Users\ROBOT\Desktop\基于模型的倒立摆控制开发\MBD Pendulum\Gui Datadisplay\Gui Datadisplay.m	
□ 名称 ▲				and the second s	Gui_Datadisplay.m 🗶 +	
日 1_安装欽 日 2 软件便 日 MBD Pe 日 Simulink □ ~5様 □ 素子も	件 用手册 indulum 打开 在交源语理器中显示 创建 Zp 文件 重命名 删除 新建文件类 新建文件 比较远定的文件/文件夹(比较)法	Enter F2 Delete		111111111111111111111111111111111111111	<pre>function varargout = Gui_Datadisplay(varargin) G GUI_DATADISPLAY MATLAB code for Gui_Datadisplay.fig GUI_DATADISPLAY MATLAB code for Gui_Datadisplay.fig GUI_DATADISPLAY by itself, creates a new GUI_DATADISPLAY or raises the existing singleton*. H = GUI_DATADISPLAY returns the handle to a new GUI_DATADISPLAY or the handle to the existing singleton*. GUI_DATADISPLAY('CALLBACK', hObject, eventData, handles,) calls the local function named CALLBACK in GUI_DATADISPLAY.M with the given input arguments. GUI_DATADISPLAY('Property','edit1',) creates a new GUI_DATADISPLAY or raises the existing singleton*. Starting from the left, property editl pairs are applied to the GUI before Gui_Datadisplay_OpeningFor gets called. An unrecognized property name or invalid edit1 makes property application</pre>	
	剪切	Ctrl+X		1	% stop. All inputs are passed to Gui_Datadisplay_OpeningFcn via varargin.	
	彩貼	Ctrl+V		1	* *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI allows only one instance to yum (ginglaton)"	
	添加到路径	1	选定的文件夹		A AND AND TO THE (STERTOORY -	
~	1 指示不在路径中的文件	经中的文件 选定的文件夹和子文		和子文件夹	-% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES	
	刷新	F5		2	% Edit the above text to modify the response to help Gui Datadisplay	
				命		
				不	熟悉 MATLAB?请参阅有关 <u>快速入门</u> 的资源。	
					ceshi_dakaichuankou	

Step2、 在 MATLAB 工作目录中,点击进入文件夹"Simulink_Inverted_Pendulum",如下

图所示:

MATLAB R2018a





Step3、 在 MATLAB 工作目录中,双击打开模型 "SmPendulumPID. slx"



Step4、运行该模型,





Sample based T=20.000

Step5、运行该模型,查看运行数据



Sample based T=20.000 Ready

Ready