

# MSS

## 一、工程目录

---

### 1. GNC (Guidance引导, Navigation导航, Control控制)

GNC 的基本库和系统示例。该库包含：

- 运动学和动力学的 M-file 函数，和时域 GNC 应用示例。
  - 比如通过欧拉角计算出四元数，计算旋转矩阵；坐标系的转换等等。
- 包含船舶模型、机动试验和动态仿真的 M 文件库。
  - 比如LQR、锯齿跟踪等（会调用VESSELS中的模型）
- 用户可编辑的 m 文件，用于模拟和控制船舶，包括船舶、半潜式潜水器、自主水下航行器（AUV）、遥控航行器（ROV）和无人水面航行器（USV）。
  - 比如波浪、风速的影响；一些基本的控制器（lqr, pid）；参考轨迹的计算。
- 用户可编辑的 m 文件，用于惯性导航系统的误差状态卡尔曼滤波。

总而言之，GNC 是一个基础库，一些基本参数的设置（重力加速度，风速波速）；参考系和角度的变换；基础的控制等等。后续的建模和仿真都需要调用 GNC 的文件。

### 2. Hydro (流体力学)

该工具箱读取流体动力学程序生成的输出数据文件，并处理数据以在 Matlab 中使用。MSS Hydrodynamics包括几个示例容器。若要生成模型，需要使用以下程序之一：

- 2D strip theory programs - ShipX (Veres) by SINTEF OCEAN AS
- 3D potential theory programs - WAMIT by WAMIT Inc.

处理后的数据可用于使用位于 /MSS/SIMULINK/mssWamitShipXTemplates/ 下的 Simulink 模板对暴露于一阶和二阶波荷载（运动和力 RAO 传递函数）的 6 个自由度的船舶进行实时仿真。

### 3. FDI

这个工具箱用于识别海上器械（如船舶和波浪能转换器）的辐射力模型和流体记忆效应。与研究内容无关。

### 4. VESSELS (船只模型)

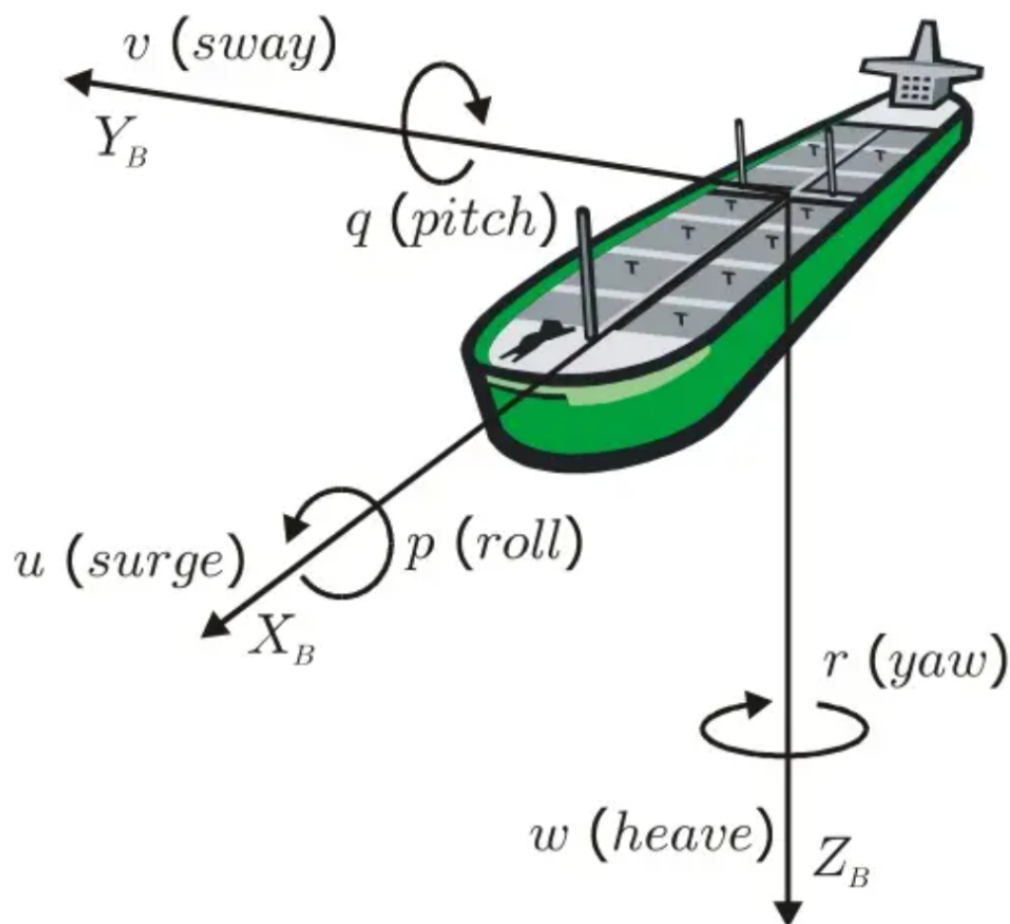
该文件夹内包含了许多船只和 AUV 模型，也包含了一些模型的简单仿真。

综上所述，需要使用的库主要是1和4，用于建模和仿真。

## 二、REMUS100 PID 控制

---

## 1. REMUS100 建模



如何对 X-rudder 建模？

可以参考：

Design and simulation of X-rudder

Handbook of Marine Craft Hydrodynamics and Motion Control. 2nd. Edition, Wiley. URL: [www.fossen.biz/wiley](http://www.fossen.biz/wiley)

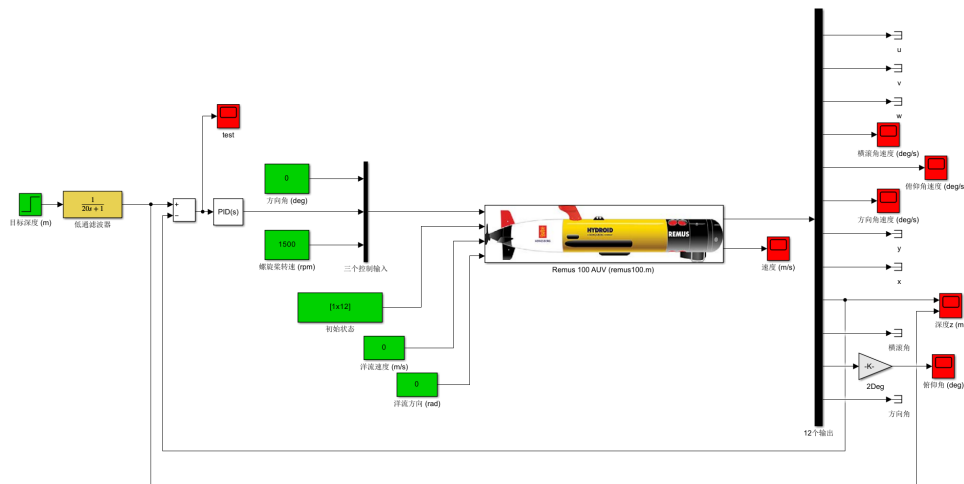
需要的参数：

- AUV 的长度和直径
- 质量分布矩阵、科里奥利矩阵
- 舵面的阻力、横荡力、垂荡力等等

或者使用十字舵的模型，将舵角修改成X舵的形式（把原来的  $\tau_{w,q}$  修改成  $\delta_{1-4}$ ）：

$$\begin{cases} \tau_w = Z_{uu\delta_1} u^2 \delta_1 + Z_{uu\delta_2} u^2 \delta_2 + Z_{uu\delta_3} u^2 \delta_3 + Z_{uu\delta_4} u^2 \delta_4 \\ \tau_q = M_{uu\delta_1} u^2 \delta_1 + M_{uu\delta_2} u^2 \delta_2 + M_{uu\delta_3} u^2 \delta_3 + M_{uu\delta_4} u^2 \delta_4 \end{cases}$$

## 2. PID



## 场景搭建

1. 找一下地形跟踪相关论文
2. 模拟地形跟踪情景
3. X-rudder 建模或者十字舵
4. 最好的是参考硕士论文

了解地形跟踪方法，进行情景模拟；十字舵、X舵建模，要有参考文献。  
总之要把情景搭建起来。

## 一、AUV 模型

### 纵向控制建模

符号定义： $x, y, z$  表示位置； $\phi, \theta, \psi$  表示横滚角，俯仰角，方向角； $p, q, r$  表示横滚角速度，俯仰角速度，方向角速度； $u, v, w$  表示纵荡速度，横荡速度，垂荡速度。

纵向面运动学方程：

$$\begin{aligned}\dot{\eta} &= R(\theta)v \\ \eta &= [x, z, \theta]^T, v = [u, v, w] \\ R(\theta) &= \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}\end{aligned}$$

动力学方程：

$$M\dot{v} + C(v)v + D(v)v + g(\eta) = \tau$$

- $\tau = [F_u, F_v, F_w]^T$ ，表示推力， $\tau = Bu_s$ 。
- $M = \text{diag}(M_{\dot{u}}, M_{\dot{v}}, M_{\dot{w}})$ ，表示惯性力矩阵。
- $C(v)$  表示科里奥利向心矩阵： $C(v) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -M_{\dot{v}}v \\ 0 & 0 & M_{\dot{u}}u \\ M_{\dot{v}}v & -M_{\dot{u}}u & 0 \end{bmatrix}$
- $D(v) = \text{diag}(X_u, Y_v, N_w) + \text{diag}(D_u|u|, D_v|v|, D_w|w|)$  表示阻力矩阵。

- $g(\eta)$  表示恢复力(restoring force)。

令  $\mathbf{x} = [x, z, \theta, u, v, w]$  , 则根据运动学、动力学方程:

$$\dot{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} R(\theta)\mathbf{v} \\ M^{-1}(B\mathbf{u} - C\mathbf{v} - D\mathbf{v} - \mathbf{g}) \end{bmatrix}$$

## 全自由度建模

参考文献: [Prestero, Timothy. "Verification of a six-degree of freedom simulation model for the REMUS autonomous underwater vehicle." \(2001\).](#)

全自由度动力学方程:

Finally, these equations can be summarized in matrix form as follows:

$$\begin{bmatrix} m - X_{\dot{u}} & 0 & 0 & 0 & mz_g & -my_g \\ 0 & m - Y_{\dot{v}} & 0 & -mz_g & 0 & mx_g - Y_{\dot{r}} \\ 0 & 0 & m - Z_{\dot{w}} & my_g & -mx_g - Z_{\dot{q}} & 0 \\ 0 & -mz_g & my_g & I_{xx} - K_{\dot{p}} & 0 & 0 \\ mz_g & 0 & -mx_g - M_{\dot{w}} & 0 & I_{yy} - M_{\dot{q}} & 0 \\ -my_g & mx_g - N_{\dot{v}} & 0 & 0 & 0 & I_{zz} - N_{\dot{r}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{u} \\ \dot{v} \\ \dot{w} \\ \dot{p} \\ \dot{q} \\ \dot{r} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum X \\ \sum Y \\ \sum Z \\ \sum K \\ \sum M \\ \sum N \end{bmatrix} \quad (6.8)$$

or

$$\begin{bmatrix} \dot{u} \\ \dot{v} \\ \dot{w} \\ \dot{p} \\ \dot{q} \\ \dot{r} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m - X_{\dot{u}} & 0 & 0 & 0 & mz_g & -my_g \\ 0 & m - Y_{\dot{v}} & 0 & -mz_g & 0 & mx_g - Y_{\dot{r}} \\ 0 & 0 & m - Z_{\dot{w}} & my_g & -mx_g - Z_{\dot{q}} & 0 \\ 0 & -mz_g & my_g & I_{xx} - K_{\dot{p}} & 0 & 0 \\ mz_g & 0 & -mx_g - M_{\dot{w}} & 0 & I_{yy} - M_{\dot{q}} & 0 \\ -my_g & mx_g - N_{\dot{v}} & 0 & 0 & 0 & I_{zz} - N_{\dot{r}} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \sum X \\ \sum Y \\ \sum Z \\ \sum K \\ \sum M \\ \sum N \end{bmatrix} \quad (6.9)$$

可以通过将无关系数置零, 得到纵向面模型:

$$\begin{matrix}
 C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & C_5 & C_6 \\
 \begin{bmatrix}
 m - X_{\dot{u}} & 0 & 0 & 0 & mZ_g & -mY_g \\
 0 & m - Y_{\dot{u}} & 0 & -mZ_g & 0 & mX_g - Y_r \\
 0 & 0 & m - Z_{\dot{w}} & mY_g & -mX_g - Z_q & 0 \\
 0 & -mZ_g & mY_g & I_{xx} - K_p & 0 & 0 \\
 mZ_g & 0 & -mX_g - M\dot{w} & 0 & I_{yy} - M\dot{q} & 0 \\
 -mY_g & mX_g - N_v & 0 & 0 & 0 & I_{zz} - N_r
 \end{bmatrix}
 \begin{bmatrix}
 \dot{u} \\
 \dot{v} \\
 \dot{w} \\
 \dot{p} \\
 \dot{q} \\
 \dot{r}
 \end{bmatrix}
 =
 \begin{bmatrix}
 X \\
 Y \\
 Z \\
 K \\
 M \\
 N
 \end{bmatrix}
 \end{matrix}$$

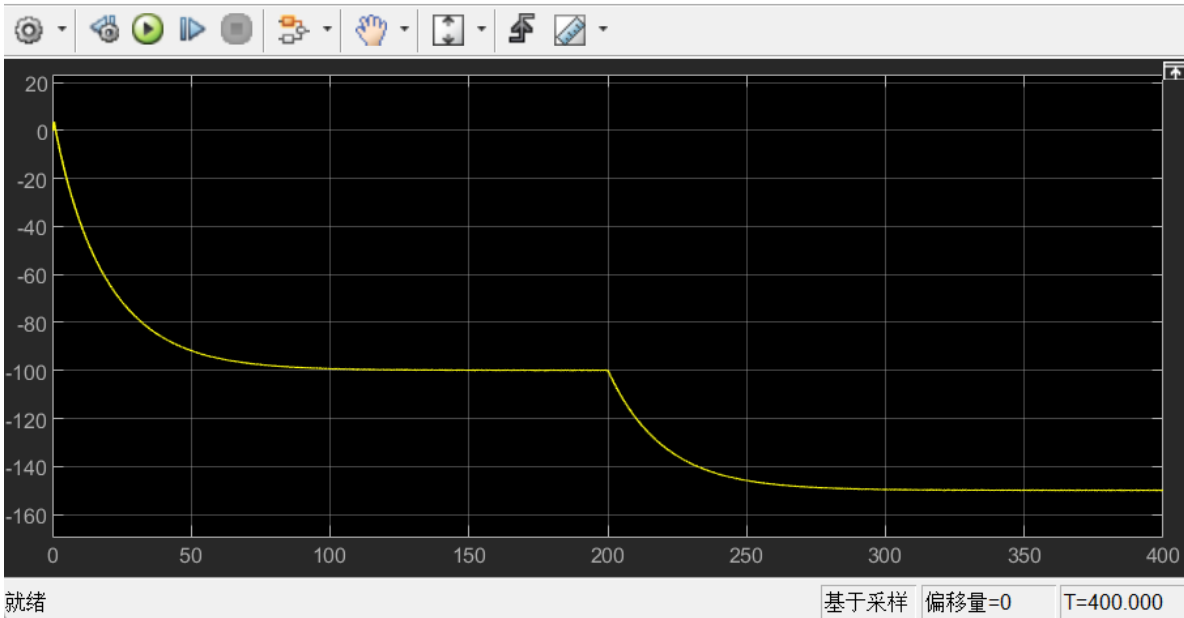
$$\begin{bmatrix} C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & C_5 & C_6 \end{bmatrix}
 \begin{bmatrix} \dot{u} \\ 0 \\ \dot{w} \\ 0 \\ \dot{q} \\ 0 \end{bmatrix}
 =
 \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ K \\ M \\ N \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} C_1 & C_3 & C_5 \end{bmatrix}
 \begin{bmatrix} \dot{u} \\ \dot{w} \\ \dot{q} \end{bmatrix}
 =
 \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ K \\ M \\ N \end{bmatrix}$$

$$X = \begin{bmatrix} u & w & q & x & z & \theta \end{bmatrix}$$

纵向面模型:

文件(F) 工具(T) 视图(V) 仿真(I) 帮助(H)



全自由度模型:

文件(F) 工具(T) 视图(V) 仿真(I) 帮助(H)

