

平时作业与期末作业设计说明

1 平时作业

第四章 作业三 SerialLink.fdyn() 函数不能直接给力矩赋值 $T=[20, 5, 1]$ ，会报错如下信息：

```
torqfun =  
  
    20     5     1  
  
错误使用 SerialLink/fdyn (line 73)  
must pass a function handle  
  
出错 exp07 (line 40)  
[time,q,qd]=jixiebi.fdyn(4,torqfun,theta,w);  
%这样会报错 不能直接给力矩赋值
```

查阅了机器人工具箱版本 10 的函数释义手册，发现必须调用函数句柄：

SerialLink.fdyn

Integrate forward dynamics

`[T,q,qd] = R.fdyn(tmax, ffun)` integrates the dynamics of the robot over the time interval 0 to `tmax` and returns vectors of time `T` ($K \times 1$), joint position `q` ($K \times N$) and joint velocity `qd` ($K \times N$). The initial joint position and velocity are zero. The torque applied to the joints is computed by the user-supplied control function `ffun`:

```
TAU = FTFUN(T, Q, QD)
```

where `q` ($1 \times N$) and `qd` ($1 \times N$) are the manipulator joint coordinate and velocity state respectively, and `T` is the current time.

`[ti,q,qd] = R.fdyn(T, ffun, q0, qd0)` as above but allows the initial joint position `q0` ($1 \times N$) and velocity `qd0` (1×1) to be specified.

`[T,q,qd] = R.fdyn(T1, ffun, q0, qd0, ARG1, ARG2, ...)` allows optional arguments to be passed through to the user-supplied control function:

```
TAU = FTFUN(T, Q, QD, ARG1, ARG2, ...)
```

For example, if the robot was controlled by a PD controller we can define a function to compute the control

```
function tau = myftfun(t, q, qd, qstar, P, D)  
tau = P*(qstar-q) + D*qd;
```

也就是代码写成如下形式才能正常运行：

```
%输入采样时间间隔：0-4s，力矩T用myftfun恒等函数计算，初始关节角度和速度  
[time,q,qd]=jixiebi.fdyn(4,@myftfun,theta,w);  
%输出时间time，关节角度q，关节角速度qd
```

```

function tau = myftfun(robot,t,theta, w )
    t1=theta
    t2=w
    tau = [20 5 1]
end

```

2 期末作业

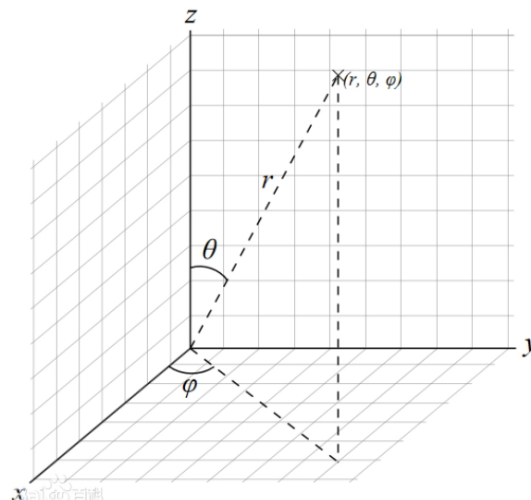
设计思路来源于第五章作业画直线、圆形和自定义曲线。

首先拆解文字笔画并拟合曲线路径，分解路径为 N 个点，求出每个点的坐标对应的变换矩阵 T ，用逆动力学函数计算关节角度 q ，之后用 `SerialLink.plot(q)` 即可进行运动仿真。

具体过程如下：

计算球面上笔画线坐标

设球面半径为 r ，用上课学过的球坐标系 (r, θ, φ) 建立轨迹曲线，如下图所示。把“山大”两个字拆解成竖线、横线和撇捺线三种笔画轨迹。



球面上竖线的点的 φ 角度一样， r 一样，但 θ 角度不一样。同理，横线点的 θ 角度一样， r 一样，但 φ 角度不一样。撇捺线的点 r 相同， θ, φ 角度不相同。

对于球面上的竖线，给定一个 φ 角度和一个 θ 的区间范围 $[\theta_1, \theta_2]$ ，就可以画出来一条竖线轨迹。同理，横线只要给定一个 θ 角度和 φ 的区间 $[\varphi_1, \varphi_2]$ 。撇捺线需要给定两个区间 $[\theta_1, \theta_2]$ 和 $[\varphi_1, \varphi_2]$ ，这样就能实现任意角度的倾斜。

这样设定好所有笔画的 θ, φ 角度区间，就可以画曲线图，再把曲线分解成 N 个点，就有了 N 个点的球坐标。

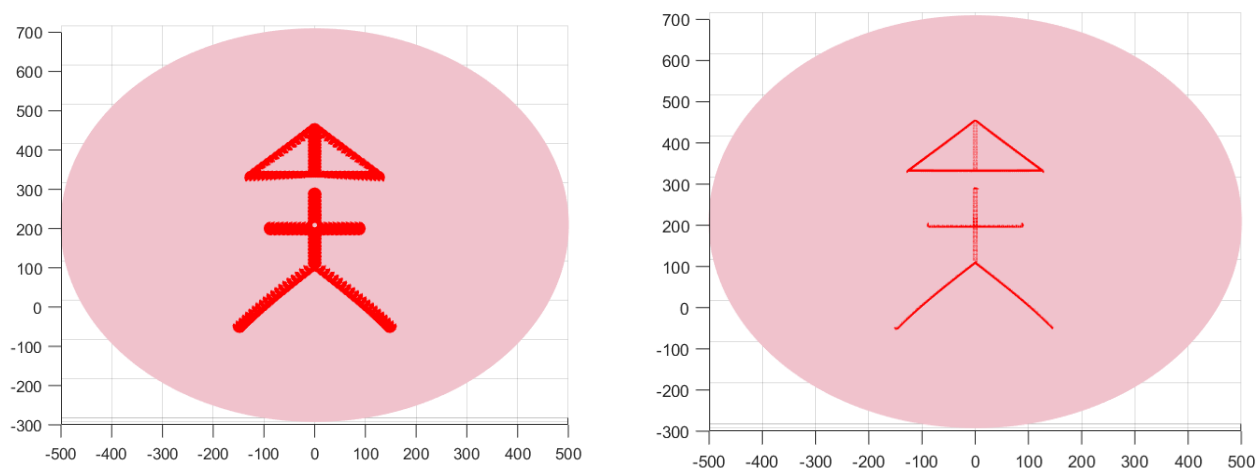
把 N 个点的球坐标转换成直角坐标，转换关系为： $x = r * \sin\theta * \cos\varphi$ ， $y = r * \sin\theta * \sin\varphi$ ， $z = r * \cos\theta$ 。这样就得到了 N 个点的直角坐标。

计算变换矩阵和逆运动学关节角

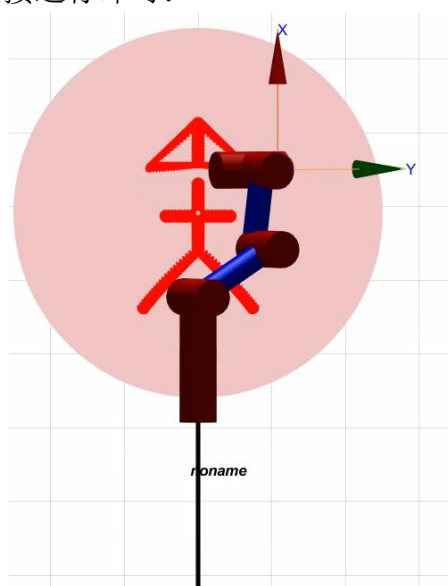
和第五章作业一样调用工具箱函数，有了末端点的直角坐标之后直接计算变换矩阵 T ，然后用逆运动学函数算出关节角 q ，最后 $\text{plot}(q)$ 展示机械臂的运动轨迹。

实验效果

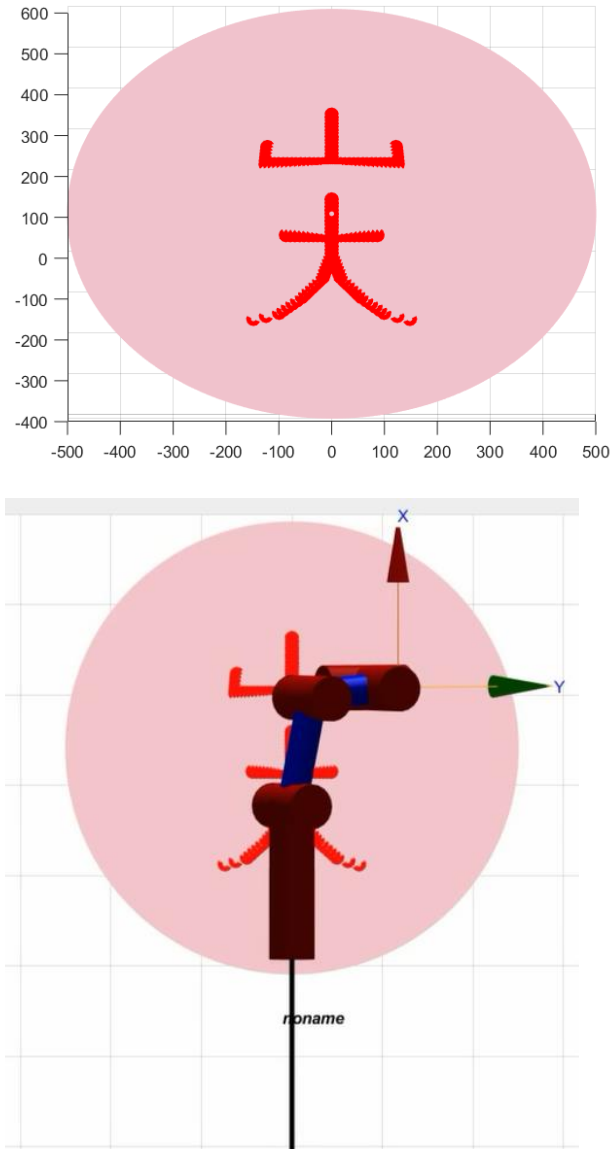
这里不仅实现了作业要求中的“山大”字的竖线、横线、撇捺线的规划仿真，还设计了卡通版的“山”字，把山字规划成了真正的山大玛迦山 ▲ 图案，大字规划成人形，整体看是一个戴着帽子的山大学生图案。算是一个进阶版。



左边是 plot3 函数颜色标记参数为 'ro' 的图案，是实心圆点，所以会有凸起效果。右边是颜色标记为 'r-' 的红色直线。二者的点坐标是一样的。轨迹规划如下，代码为 `katong.m`，直接运行即可：



普通山大字样如下所示，代码为 `putong.m`，直接运行即可。因为圆弧线可以由许多段小的不同倾斜角度的直线连接而成（类似于微分圆成小直线段），所以只要能在球面上画出任意角度的直线，就能实现任意图案的曲线绘制。这里用了四段不同斜率的小直线段去拟合“大”字的撇捺笔画了。



有关球面几何求直线方程的过程中还参考了知乎的问答，虽然没用上但也是不错的参考方案。<https://www.zhihu.com/question/39218460>。