## DH建模方法复习：

* 坐标系配置需要满足条件：
  + 坐标轴 垂直于坐标轴
  + 坐标轴 与坐标轴相交
* 四个主要参数
  + **a** 是轴 与 之间沿轴线 之间的距离
  + 是垂直于 平面测得两个z轴之间的夹角，正向从 i 到 i+1
  + **d** 是从坐标系i原点o到轴线 与交点 o' 之间的距离
  + 是垂直于平面从两个x轴之间的夹角，同样遵循从低到高为＋

| link |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 90 |  | 90 |
| 2 | a2 | 0 | d2 |  |
| t2 | 0 | 90 | dt2 |  |
| 3 | 0 | 0 | d3 | 90 |
| t3 | at3 | -90 | 0 |  |
| 4 | a4 | -90 | 0 | -90 |
| 5 | 0 | 0 | -d5 |  |

: 0-130mm

a2 = 218.55mm ; d2 = 60.1mm

dt2 = 165mm

d3 = 90mm

at3 = 90mm //为什么这两个不相等？

a4 = 155

d5 = 15

添加extended系里坐标轴后的DH表：

| link |  |  |  |  | 对应从端坐标系 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 90 |  | 90 |  |
| e0 | 0 | -90 | de0 |  |  |
| e1 | 0 | 0 | de1 | 0 |  |
| 2 | 0 | 90 | 0 | 0 |  |
| t2 | 0 | 90 | dt2 |  |  |
| 3 | 0 | 0 | d3 | 90 |  |
| t3 | at3 | -90 | 0 |  |  |
| 4 | a4 | -90 | 0 | -90 |  |
| 5 | 0 | 0 | -d5 |  |  |

借助matlab计算得到二连杆部分（控制偏转）的齐次变换矩阵如下：

2-27结果：

3-2日修改了坐标系配置，计算新的结果如下：

$$[-sin(theta3), -cos(theta3)\*sin(theta4), cos(theta3)\*cos(theta4), d3\*sin(theta3) - a4\*sin(theta3) + at3\*cos(theta3)\*cos(theta4)] \\
[ cos(theta3), -sin(theta3)\*sin(theta4), cos(theta4)\*sin(theta3), a4\*cos(theta3) - d3\*cos(theta3) + at3\*cos(theta4)\*sin(theta3)] \\
[ 0, cos(theta4), sin(theta4), dt2 + at3\*sin(theta4)]\\
[ 0, 0, 0, 1]$$

二连杆+小臂偏转部分（整体控制朝向）的齐次变换矩阵：

$$[cos(2 + 3), -sin(2 + 3)\*sin(4), -sin(2 + 3)\*cos(4), a4\*cos(2 + 3) + d3\*cos(2 + 3) - a2\*sin(2) - at3\*sin(2 + 3)\*cos(4)] \\
[sin(2 + 3), cos(2 + 3)\*sin(4), cos(2 + 3)\*cos(4), a4\*sin(2 + 3) + d3\*sin(2 + 3) + a2\*cos(2) + at3\*cos(2 + 3)\*cos(4)] \\
[ 0, -cos(4), sin(4), d2 + dt2 + at3\*sin(4)] \\
[ 0, 0, 0, 1]$$

由于两边旋转矩阵所得结果不同，因此尝试另外一种坐标系配备，并计算出对应的齐次变化矩阵如下：

$$[-cos(3), sin(3)\*sin(4), cos(4)\*sin(3), a1\*cos(3) - a3\*cos(3) + at2\*cos(4)\*sin(3)] \\
[-sin(3), -cos(3)\*sin(4), -cos(3)\*cos(4), a1\*sin(3) - a3\*sin(3) - at2\*cos(3)\*cos(4)]\\
[ 0, -cos(4), sin(4), at2\*sin(4)]\\
[ 0, 0, 0, 1]$$

## 连续体

DH-table

| link |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 90 | 0 |  |
| 2 | 0 | -90 | 0 |  |
| 3 | 0 | 90 |  | 0 |
| 4 | 0 | -90 | 0 |  |
| 5 | 0 | 0 | -0 |  |

$$\theta\_1 = -\theta\_5 = \phi \\
\theta\_2 = \theta\_4 = \frac{ks}{2} \\
d\_3 = \frac{2}{k} sin(\frac{ks}{2})$$

## 控制策略

目前，通过齐次变化矩阵和编码器测量得到的数，我可以计算得到末端手指的位置和朝向，并实时检测其变化；那么现在我要如何将这个变化映射到末端呢

坐标系之间的对应关系：

| 主端操纵器坐标系 | 从端执行器坐标系 |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

为了构造起始和初始相同的坐标系，配置了新的坐标系，写出对应的DH表：

| link |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| e1 | 0 | -90 | 0 | -90 |
| 2 | 0 | -90 | 0 | -90 |
| t2 | 0 | 90 | dt2 |  |
| 3 | 0 | 0 | d3 | 90 |
| t3 | at3 | -90 | 0 |  |
| 4 | a4 | 90 | 0 | -90 |

执行端连续体不考虑手术器械情况下的齐次变换矩阵：