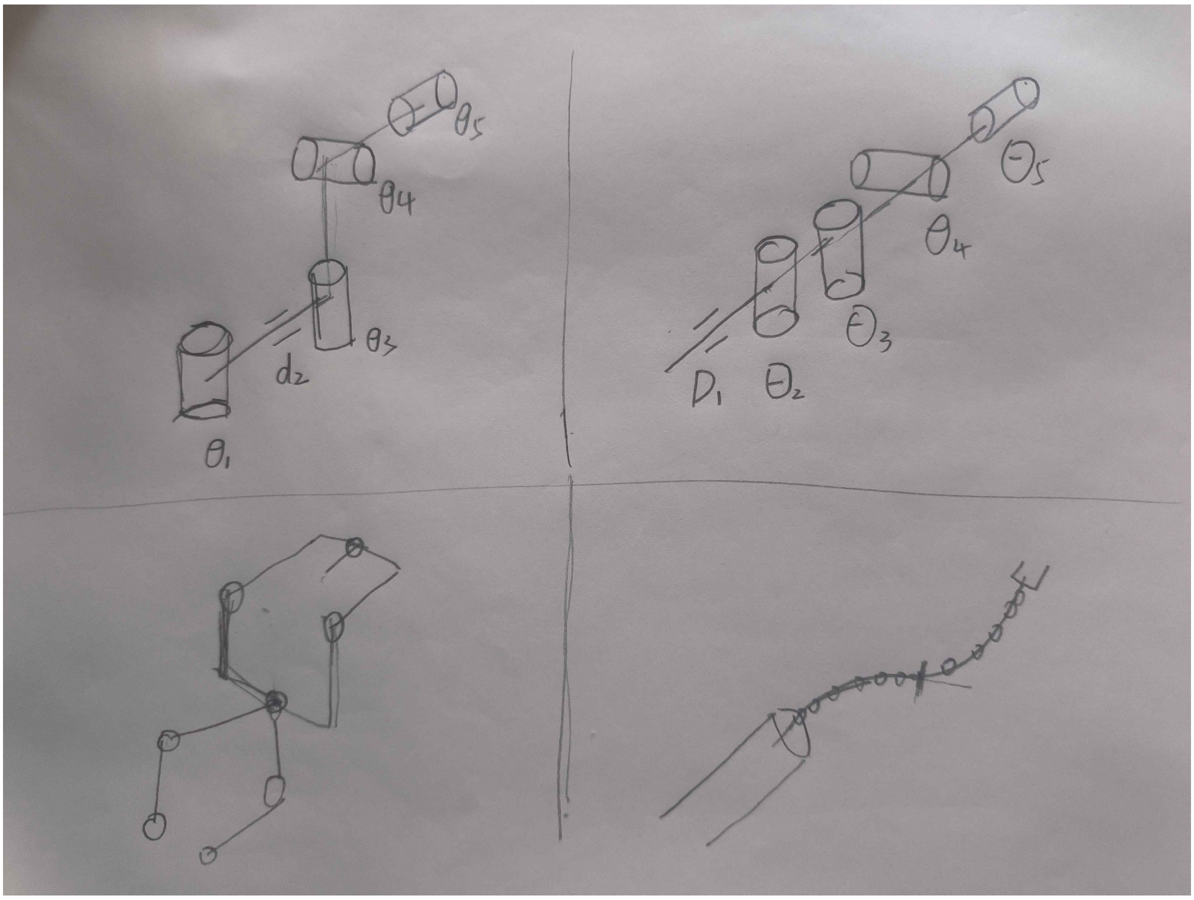
mapping_strategy2.0

新的机构构型可以简化成下图，对应的坐标系配置：



机构简图中主端的关节空间为 $[\theta_1, d_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5]$，从端的关节空间 $[D_1, \Theta_2, \Theta_3, \Theta_4, \Theta_5]$

TODO：**这里从端的简化需要进行证明**

之前采取的策略是将关节分为两组解耦，这样虽然简化一些计算，但是由于yaw是由 theta_1, theta_3共同决定，确定了其中一个，另外一个就也确定了，这样会丢失了一个自由度（举个例子：两个一样的平面二连杆做主从映射，目标是保持末端相同，当主端给出一个末端朝向时，从端可以有无数种构型，因为整体有两个自由度，而保持末端朝向只需要一个自由度，这个时候系统是冗余的；但当其中一个被固定时，另一个也固定了）

所以放弃之前的分部策略，对整体进行分析：（3个姿态向量$\vec{u_R}, \vec{u_P}, \vec{u_Y}$和一个二维位置$x, y$）

对于完全同构的关节，可以从整体中剥离出来—— $\vec{u_P}, \vec{u_Y}$可直接由后面两个两对同构的转动关节独立决定，

于是映射问题就简化成了一个平面的问题：

$\vec{u_R}$,x,y 由前三个异构自由度决定，并尝试推导新的映射

在满足一个 给定的 $\vec{u_R}$ 后，theta1和theta3仍剩余有自由度，配合d可以得到在平面上位置相等

手术中姿态的重要性大于位置（**这里有点像WBC和NSP的控制策略啊**），因此先保证三个姿态向量一致，也即保证 $\vec{u_R}$一致，此时 theta_1 和 theta_3 会有多个解，如果在这些解中再求出位置的关系（**这个地方我数学不太行**）

$$\begin{bmatrix} U_R \\ x_d \\ y_d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Theta_2 - \Theta_3 \\ f_x(\Theta_2, \Theta_3) \\ D1 + f_y(\Theta_2, \Theta_3) \end{bmatrix}$$

TODO：推导 fx, fy

主端5bar驱动空间到关节空间

关于相等的推导，这里是采用的解耦的求解策略，也即theta1等于ks2， 剩余3个角度$\theta_3, \theta_4, \theta_5$ 与 $[\Phi_3, ks_3, \Theta_5]$的映射策略之前已经推导得出。这里主要推导一下从主端驱动空间 $[\alpha_1, \alpha_4, \alpha_5]$到关节空间 $[\theta_1, d_2, \theta_3]$的求解过程；

$$\theta_1 = \tan^{-1}\frac{y_c}{x_c - 0.5}, x_c! = 0.5$$
$$\theta_3 = \alpha_5 - \Delta\theta$$
$$where, \Delta\theta = \pi - \alpha_0 - \alpha_3 - \alpha_4 - \theta_0$$

其中，theta_1 表示五连杆末端点与中心位置O坐标系形成的夹角，theta3表示坐标系3与坐标系2之间的夹角；而α5表示电机实际转动的角度（这里电机实际转动的角度不等于theta3，所以需要推导）

因此满足下面条件即可保证姿态相等：

$$一个矩阵$$

当满足第一优先级任务以后，讨论是否还能完成其他的任务：

在俯视图的平面上，一共有3个自由度，

采取解耦映射方法，也即5连杆部分对应近端连续体的运动；3连杆部分对应远端连续体+手术器械的运动

基于CCP连续体建模

上述映射推导都是基于连续体可以简化成对应自由度的旋转关节，需要验证并推导出简化的具体公式

yida现在采用多个齐次变化矩阵相乘的方法，尝试是否可以简化。

- 对于**近端平面连续体：**

可以简化成：

$$ {}^2_4T = {}^2_3P\, {}^3_4R(z_3, ks_2)$$
$$ {}^2_3P = $$

也即一个平移变换后，再旋转变换，旋转变换比较好理解，就是绕轴转动 ks_2 的角度即可，对于平移变换，一种方法是采用最暴力的累加的方法：

$$y = l_0 \sum_{i=1}^{n}(cosi\theta_0)$$

$$x = l_0 \sum_{i=1}^{n}(sini\theta_0)$$

不知道这种方法的计算量大不大，想通过将上述点拟合成一条曲线，然后计算的方法，但是“感觉有点偏向于炫技”，而且不知道能不能简化计算，组会上讨论一下；

- 对于远端**空间连续体：**

太他妈难了。。。

但是也可以像上面一样找规律总结出来

同时上面这些都是基于每个关节都相等的假设，**实际上相不相等呢?**

基于WBC的零空间控制方法

这个方法的核心就是，将需要控制的目标进行分组，分组完以后求解对应的雅可比矩阵（其实没有太搞懂为什么是求雅可比矩阵）

[知乎]