

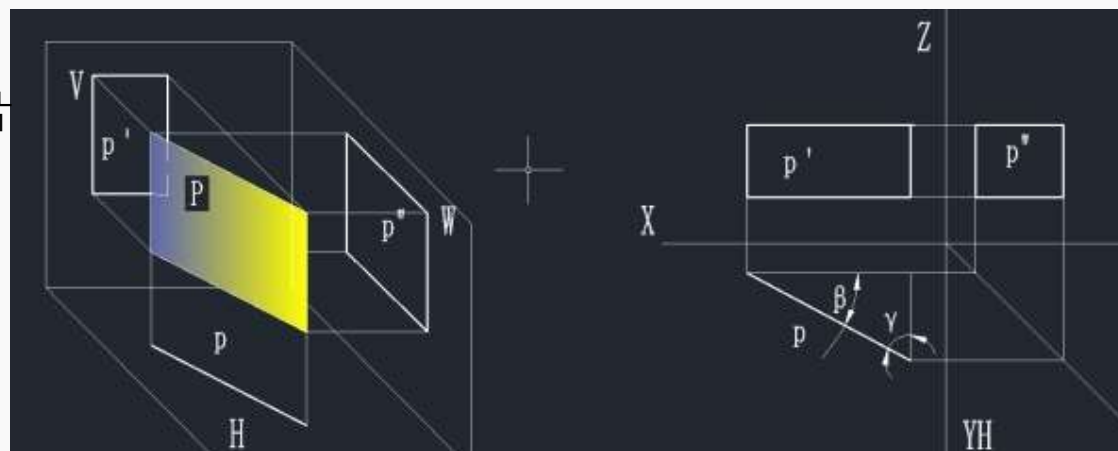
联合三视图的三维多模态刚性配准

三维多模态配准：不同模态的医学图像切片数不同，图像灰度分布不同

不同模态图像共同特征：图像旋转角度小，一般可视两幅图像中的人体相互平行

在三维空间中对MRI，CT图像进行空间移动达到配准效果的过程中，MRI，CT二者在三个正交平面的二维投影同样也在实现二维配准。因此我们反其道而行之，在二维空间中对这三个平面的二维投影进行配准，其配准过程同样可以使得三维空间中的物体达到配准的效果。这样我们就通过维度分解实现了快速粗配准。

当然实际测试中会出现空间信息损失，因此我们将这种思想用于粗配准。在MRI图像和CT图像切片数量相差较大时，该算法的实现效果要显著好于Insight toolkit



投影示意图

联合三视图的三维多模态刚性配准

刚性配准变化可以表示为 $X = \varphi X$, 其中

$$\varphi = \begin{bmatrix} \cos \gamma \cos \beta & \cos \gamma \sin \beta \sin \alpha - \sin \gamma \cos \alpha & \cos \gamma \sin \beta \sin \alpha + \sin \gamma \sin \alpha & x \\ \sin \gamma \cos \beta & \sin \gamma \sin \beta \sin \alpha + \cos \gamma \cos \alpha & \sin \gamma \sin \beta \cos \alpha - \cos \gamma \sin \alpha & y \\ -\sin \beta & \cos \beta \sin \alpha & \cos \beta \cos \alpha & z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \text{ 矩阵包含6个自由度}$$

$$\begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha & x \\ \sin \alpha & \cos \alpha & y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \cos \beta & -\sin \beta & x \\ \sin \beta & \cos \beta & z \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \cos \gamma & -\sin \gamma & z \\ \sin \gamma & \cos \gamma & y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

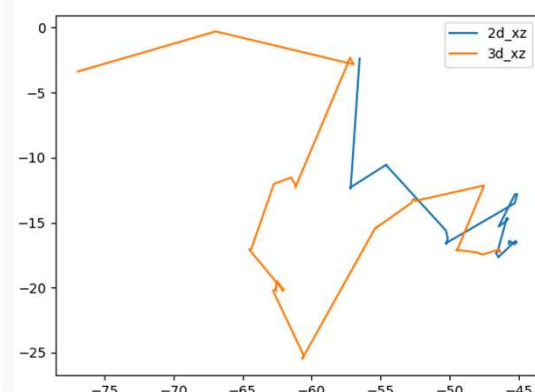
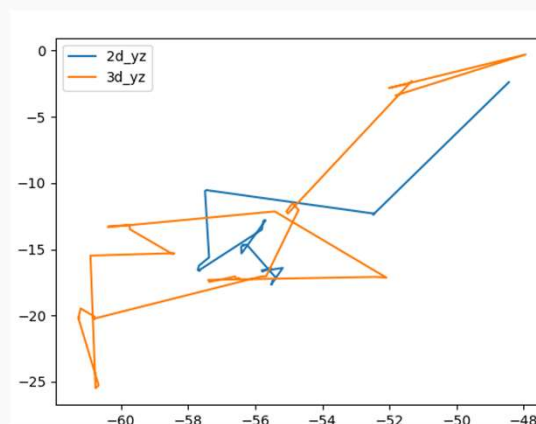
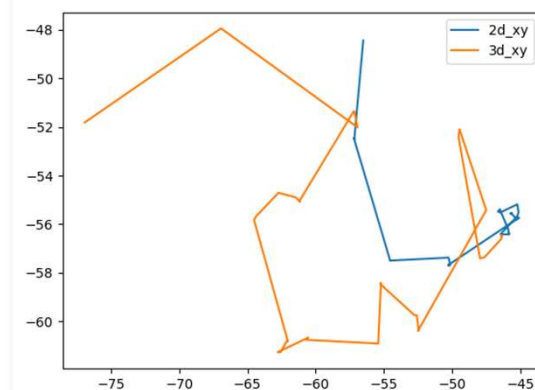
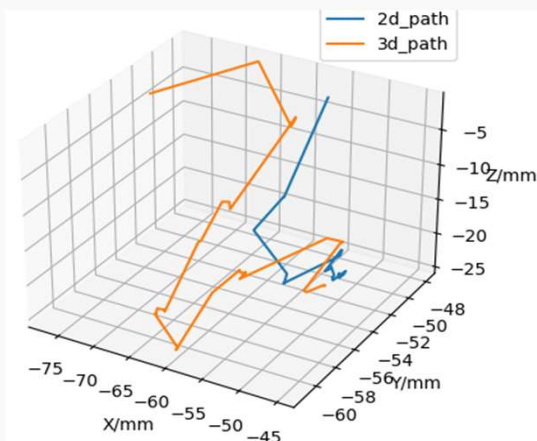
相似性度量准则修改为

$$\begin{aligned} Loss(x, y, z) &= Loss_1(x, y) + Loss_2(x, z) + Loss_3(y, z) \\ &= I(f_1, m_1(x, y)) + I(f_2, m_2(x, z)) + I(f_3, m_3(y, z)) \end{aligned}$$

这是具体的公式分解，我们将三维空间中6参数求解分解为3个二维空间中3参数求解过程，三个二维子问题之间存在参数交叉，因此可以更好的避免局部最优解情况

联合三视图的三维多模态刚性配准

左图是一对 $512 \times 512 \times 135$ 的CT,MRI配准矩阵求解搜索路径，黄色为直接在三维空间进行粗配准的搜索路径，蓝色为通过三视图进行粗配准的搜索路径。搜索策略均为最速下降法，基于三正交视图的运算耗时在3s以内，直接在三维空间搜索耗时10-20s。而且三正交视图的搜索路径也更为直接简短。



联合三视图的三维多模态刚性配准

通过将算法得到的配准矩阵转换到物理空间，我们与样例给出的金标准做了对比

算法收敛结果

```
[[ 9.99998274e-01 -7.11766137e-04 -1.71642581e-03 -3.38934334e+00]
 [ 7.12745299e-04 9.99999584e-01 5.69921348e-04 -2.19751016e+02]
 [ 1.71601945e-03 -5.71143738e-04 9.99998365e-01 -2.02953974e+02]
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 1.00000000e+00]]
```

金标准

```
[[ 9.99999531e-01 -3.53704157e-04 -9.01653000e-04 -1.64699468e+00]
 [ 3.62215624e-04 9.99955214e-01 9.45722895e-03 -2.20105897e+02]
 [ 8.98267557e-04 -9.45755111e-03 9.99954873e-01 -2.02663708e+02]
 [ 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 1.00000000e+00]]
```

计算可得出二者的角度最大误差小于 0.001° ，
平移量最大误差小于2mm。

