位姿确定及调姿流程

完全主动式：机翼6自由度，而3个三轴9个自由度，产生冗余，需要十分精确的调姿算法才能正常运行，否则十分容易发生形变

随动式（3-2-1调姿）：一个3轴有XYZ，一个有YZ，一个只有Z，其他轴随动，共6自由度，没有冗余的驱动因素。算法简单可靠，唯一问题是与我们通过AGV提供XY向的运动思路有冲突，AGV不可能一个方向主动的情况下另一个方向随动

变动式（暂定）：结合AGV，我们的调姿思路是先转车，再按调姿轨迹调姿，具体思路如下：

X,Y,Z三项位移思路如下：

在力反馈器操作杆向相应方向移动时，AGV首先根据操作杆移动方向，原地旋转（Z向方便一些，不需要原地旋转这一步），使三辆车的直线行驶方向与之相同，然后三台AGV做相同的直线运动即可，但注意，因为要避免速度和加速度冲击引起的振荡和可能的变形，运动轨迹要采用五次多项式（角度调姿时运动轨迹也同样需要为五次多项式），假设机翼坐标系相对全局坐标系的位姿坐标为 ，对6个位姿参数，每个变化都按五次多项式样条进行拟合，速度，加速度变化也通过对轨迹曲线求导得到，三个关系如下：



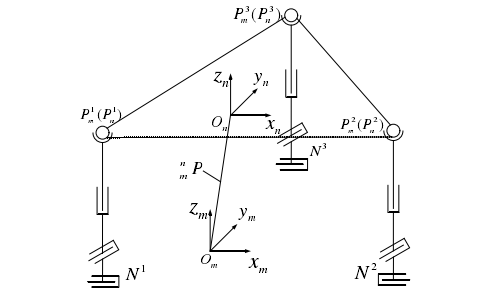
以XYZ中X向运动为例，初始位姿坐标中的x已知，对应时间t=0，目标位置的位姿x1已知，对应时间t=t1，这段时间为自己设置，同样已知，同时我们要保证，t为0和t1时初末位置的速度和加速度均为0，避免振荡的产生，所以共6个约束方程如下：



联立上述方程组与约束方程，可得到轨迹方程（位移与角度相同）如下：



对于XYZ三个方向的运动来说，是一种一维的情况，定位器的运动直接遵循求解的轨迹方程运动即可，同时通过求导也得到定位器速度和加速度随时间变化方程。



随动系统力学简图

三角度调整思路如下：

俩种思路：三个参数同时调整；单个参数按顺序分别调整。随动调姿可以顺利的进行三参数同时调整，同时还能保证准确性与快速性，而单参数调整的问题就是整体调姿速度较慢，我们的变动式调姿由于AGV的原因，只能使用单参数调姿。在调整X,Y两轴角度时，首先把AGV转向调整好，比如绕Y旋转，要首先把AGV移动方向都调整为X方向，根据旋转顺时针还是逆时针再确定是X正方向还是负方向；调整Z轴角度时，相对简单一些，控制AGV两主动轮，让其绕平面圆弧轨迹差速运动即可，接下来进行分析。

首先，角度的轨迹方程与上面位移的轨迹方程一致，但角度的旋转为二维运动，光靠轨迹方程，无法确定定位器的具体移动情况，所以要考虑空间位姿变换。

以绕参考坐标系y轴转角为例，当当前角度与目标角度差值为时，旋转矩阵如下：



在保证初始与目标位姿满足要求的同时，还要确保角度变化符合五次多项式：



将连续的曲线离散化，将调姿时间T分为n段，则每经过时间，的角度就产生如下变化（其他两个角度变化相同）：



所以以为参数得到Y轴转角各阶段调姿旋转矩阵：



当n取极限时，可得到关于时间t的旋转矩阵为：



同时，定位器和机翼的工艺接头在机翼的局部坐标系中坐标是固定的，以一个定位器为例，设局部坐标系原点在全局坐标系中的坐标其接头在局部坐标系中坐标为,结合旋转矩阵和机身位姿的平移矩阵，可得到该定位器在全局坐标系下的坐标变化情况如下：



该定位器在全局坐标系下X,Y,Z方向的位移表达式分别为（绕Y轴的这一步骤中在Y方向的位移为0）：



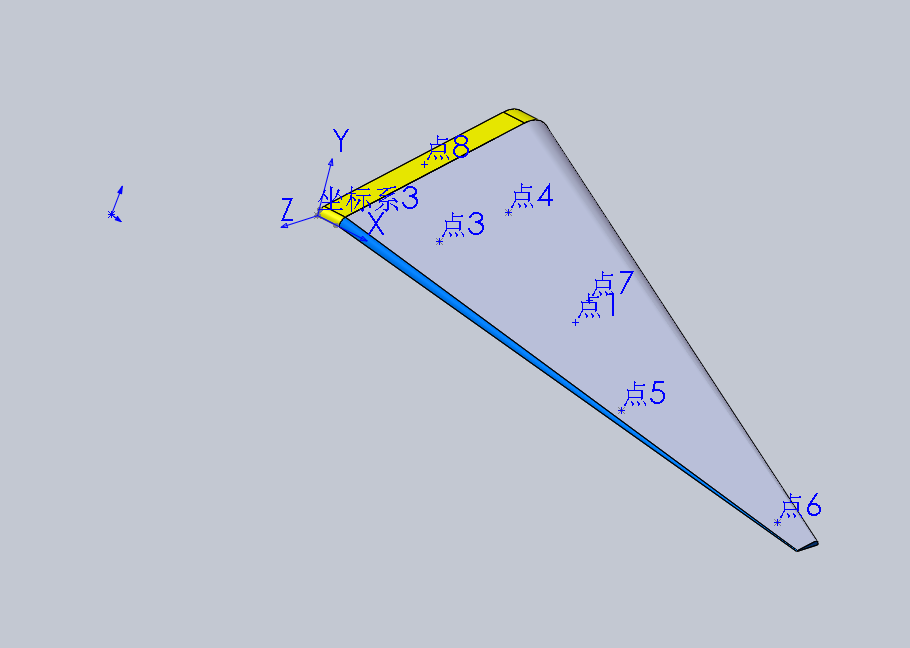
可见，XZ两方向位移量随时间变化，三个定位器均可以解出类似结果，以绕Y旋转为例中，定位器在Y方向的位移不变，与实际相符合，所以绕Y旋转第一步要让三台AGV的转向都为X方向（不需要Y向位移）。这样就解得了定位器在满足位姿调整量和五次多项式轨迹曲线下，XYZ各轴位移随时间的变化关系，对位移求导可得对应的速度及加速度的函数关系：



其实有一种思考，现在考虑的是每个角度的调整单独控制，其中每个平面内，三个定位器的2个轴都给驱动，也确实都求了出来，不过，这样的话一共6个自由度，而旋转需要两个轴的位移就可以做到，有较多的冗余驱动轴，这种情况下，无论是制造误差，控制误差的波动都会对整体调姿精度，定位器机翼变形情况产生明显的影响，整个的鲁棒性并不好。

所以考虑，如果Z向电缸能够具有随动性，那么三台定位AGV，只有一台的两个轴按要求运动，其余两个AGV的四个轴保持随动，这样的话没有冗余自由度，肯定是最适合控制的情况；但是如果电缸无法保持随动（理论上确实不能保持随动，上面是异想天开），除了第一个定位AGV两轴驱动，其他两台AGV在X向让小车随动，这是可以做到的，同时也降低了冗余自由度的数量，相对来说更适合我们的控制，是一种较好的方法。

验证并掌握文献中位姿确定方法，以solidworks中模型为验证模型，结合solidworks自带的参考坐标系，在机翼中新建局部坐标系，通过solidworks里测量的位置关系作为理论位姿，但没有找到测两个坐标系间欧拉角变化的方法，一下的验证，主要通过比对两坐标系直接的位置位姿。

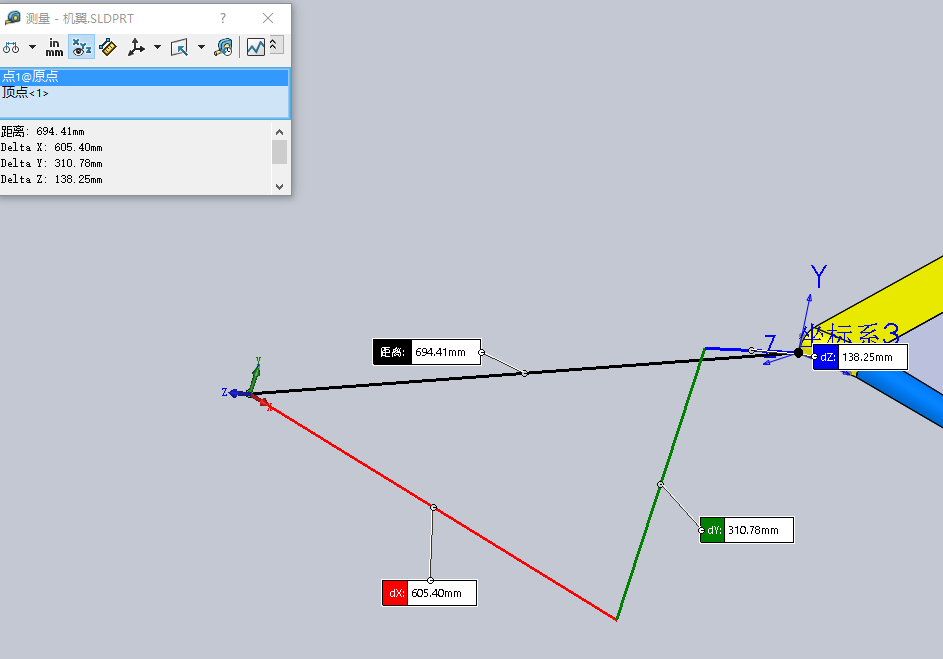


三种通过三维点测量确定位姿的方法：SVD，三点法，最小二乘法（非线性）

SVD 7个点

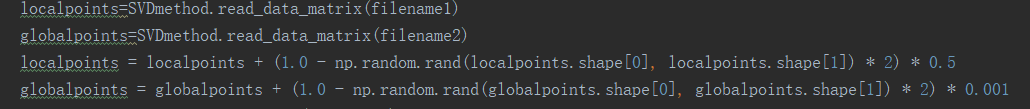
三点法 点3，4，5

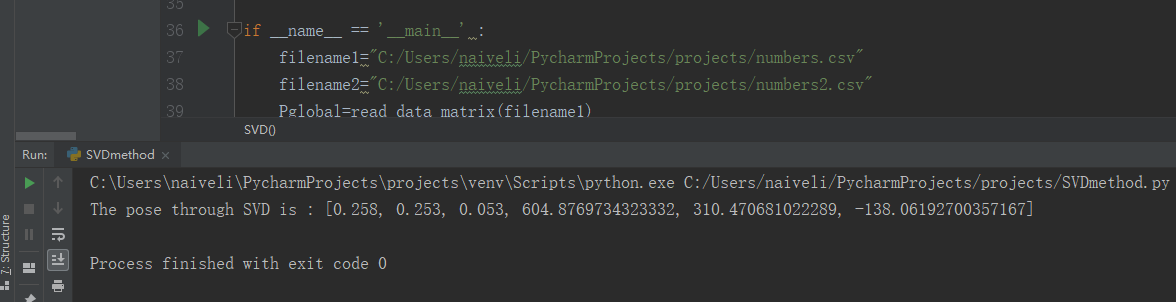
最小二乘法 七个点，以三点法位姿结果作为初值



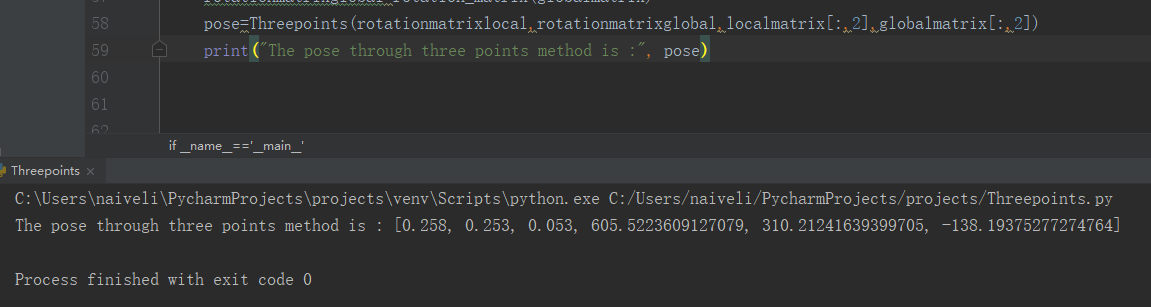
机翼坐标系相对参考坐标系位置为（605.4,310.78,-138.25）

对局部坐标系下测量值添加正负0.5mm误差，对于全局坐标系下测量值（对应实际IGPS测量的数据点），考虑IGPS精度微米级，添加正负0.001mm误差

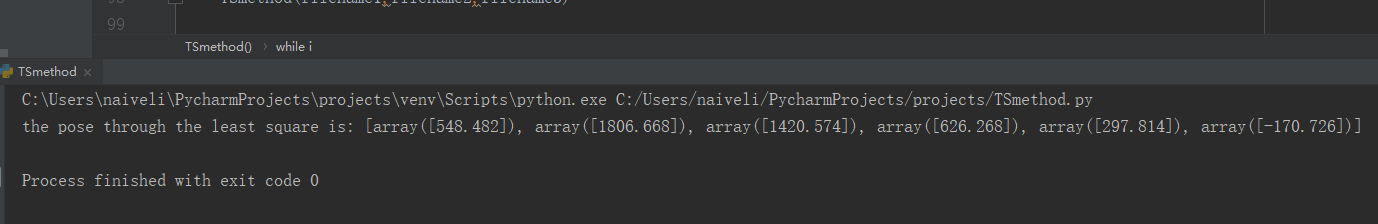
SVD确定位姿：（0.258，0.253，0.053，604.877，310.471，-138.062）



三点法确定位姿：（0.258，0.253，0.053，605.522，310.212，-138.194）



最小二乘法： 程序跑通，迭代结果发散？，寻找原因中



三种方法的整体思路与流程已经掌握

**参考文献：**

[1]乔潇悦,陈欣,丁国清,蔡潇雨,魏佳斯,李源.基于最小二乘法的自校准位姿方案研究[J/OL].光学学报:1-11[2018-11-22].http://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1252.O4.20180726.1745.014.html.

[2]陈良杰,孙占磊,景喜双,宋彰桓,赵罡.基于iGPS的飞机部件对接技术研究[J].航空制造技术,2017(11):34-39+51.

[3]徐源. 飞机翼身装配调姿仿真技术研究[D].南京航空航天大学,2017.

[4]苗勇,何凯,陈国强,余剑峰.基于随机测量点的机翼精加工位姿计算方法[J].航空制造技术,2015(06):72-76+79.

[5]王颖辉,韩先国.基于加权最小二乘法的大部件对接位姿评估算法研究[J].航空精密制造技术,2011,47(05):48-51.

[6]罗芳,邹方,周万勇.飞机大部件对接中的位姿计算方法[J].航空制造技术,2011(03):91-94.

[7]俞慈君,李江雄,余锋杰,柯映林,秦龙刚,陈学良,杨卫东,宋承志.带工程约束的点匹配算法[J].机械工程学报,2010,46(05):183-190.

[8]张斌,姚宝国,柯映林.基于鞍点规划理论的机翼水平位姿评估方法[J].浙江大学学报(工学版),2009,43(10):1761-1765.