捷联惯导机械编排

# IMU数据

IMU输出数据都为增量形式，其中角度增量为，速度增量为。

# 速度更新

速度更新公式如式(2.1)：

其中，表示这一时刻的载体投影在n系下的速度，表示上一时刻的载体投影在n系下的速度，为比力积分项，为重力/哥氏积分项，其中为已知项，和为未知项。

由式(2.2)可得：

其中，为这一时刻n系相对于e系的等效旋转矢量，为上一时刻b系相对于e系的方向余弦矩阵，为b系下的比力积分项，为已知项，和为未知项。

双子样假设下，b系比力积分项可由式(2.3)得：

其中，项为旋转补偿，项为划桨补偿。

可由式(2.4)(2.5)(2.6)(2.7)(2.8)联立可得：

其中，、和为常数，为载体所在地球纬度，为载体所在高程，为载体在n系下的北向速度，为载体在n系下的东向速度，为子午圈半径，为卯酉圈半径。对于中间时刻的位置和速度，通常使用内插的方式来计算，但是，由于当前时刻的位置和速度没有更新，所以使用外推的方式进行计算，计算公式如下：

中间时刻的速度可由式(2.9)计算得：

中间时刻的高程可由式(2.10)计算得：

对于中间时刻的纬度和经度，通常由计算而得，他们的转换公式为式(2.11)：

可由式(2.12)(2.13)(2.14)(2.15)(2.16)(2.17)联立得：

其中，为e系相对于i系的等效旋转矢量。

计算公式为式(2.18)：

中间时刻的，和的计算公式不再赘述，为重力量，与纬度有关，计算公式如下：

# 位置更新

由于速度更新已经完成，对于中间时刻的速度可以进行重计算，由外推改为内插。如式(3.1)所示：

高程更新公式为式(3.2)：

由于高程更新已经完成，对于中间时刻的高程可以进行重计算，由外推改为内插。如式(3.3)所示：

纬度更新公式为式(3.4)：

由于纬度更新已经完成，对于中间时刻的纬度可以进行重计算，由外推改为内插。如式(3.5)所示：

经度更新公式为式(3.6)：

# 姿态更新

由于位置更新已经完成，对于中间时刻的位置可以进行重计算，由外推改为内插。

姿态更新公式为式(4.1)：

其中，为上一时刻的旋转四元数，为上一时刻n系相对于这一时刻n系的旋转四元数，为这一时刻b系相对于上一时刻b系的旋转四元数。为已知项，和为未知项。

可由式(4.2)得：

可由式(4.3)得：

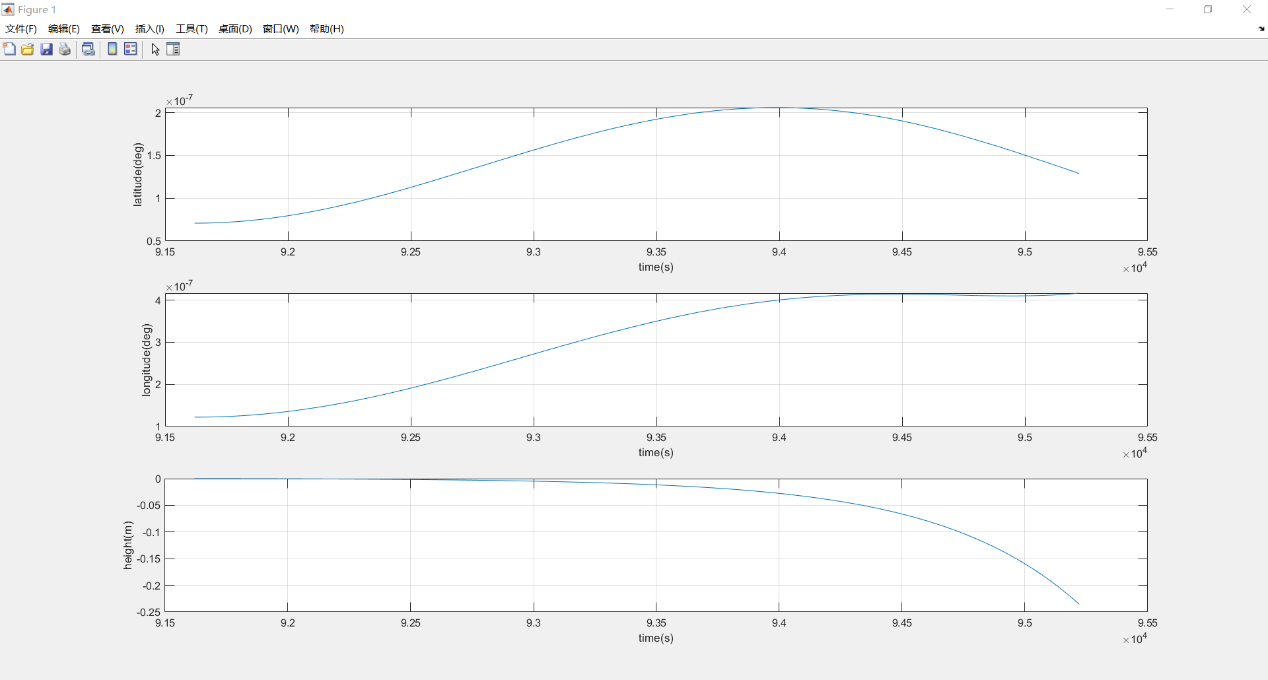
由于为速度与位置的函数，这一时刻的位置和速度已经更新完成，中间时刻的和可以进行重计算，由外推改为内插。

位置内插由式(4.4)(4.5)联立可得：

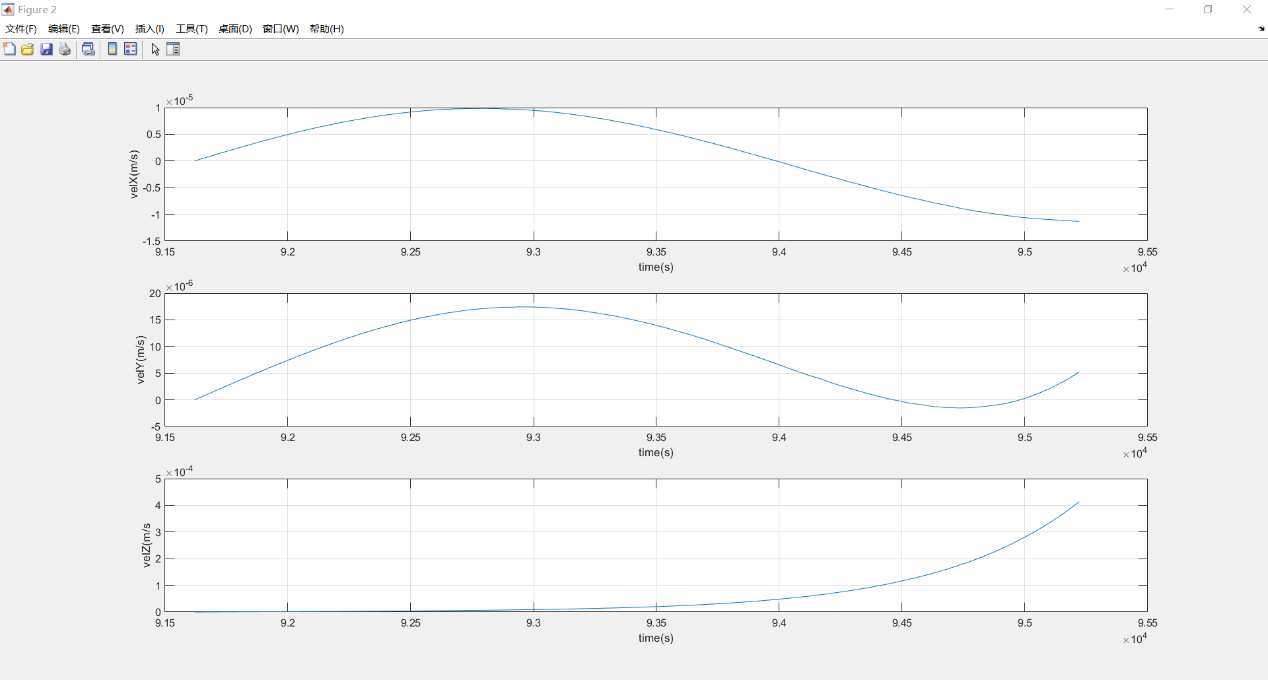
由式(4.6)(4.7)联立可得：

# 结果分析

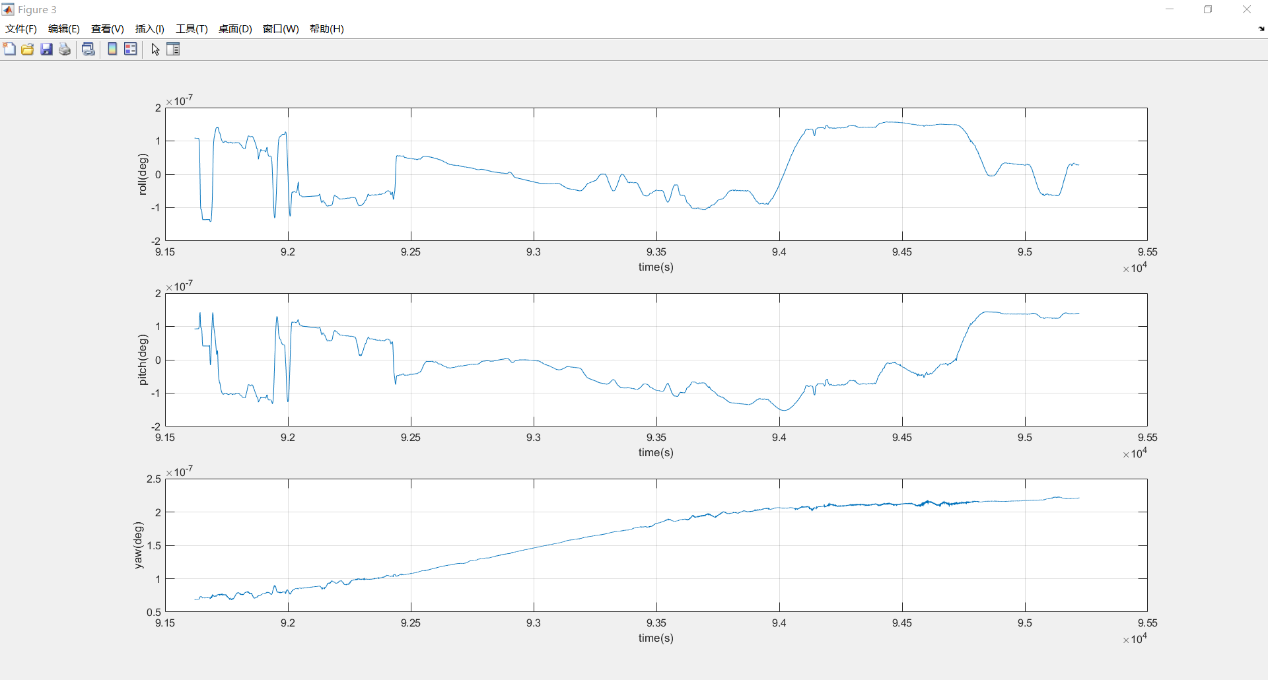
下图为位置误差，分别为纬度(deg)，经度(deg)，高度(m)随时间与参考真值作差绘制的网格图，可以看出纬度与经度误差在deg左右，高度误差在10cm以下。



下图为速度误差，分别为X轴速度(m/s)，Y轴速度(m/s)，Z轴速度(m/s)随时间与参考真值作差绘制的网格图，可以看出X轴速度和Y轴速度误差在m/s左右，Z轴速度误差在m/s左右。



下图为姿态误差，分别为横滚角(deg)，俯仰角(deg)，偏航角(deg)随时间与参考真值作差绘制的网格图，可以看出误差均在deg左右。



# 问题

不清楚为什么四元数转经纬度的时候，通过书上的公式从四元数转经纬度，和旋转矩阵转经纬度得到的结果不一样，估计和学长说的atan和atan2的区别是一样的，后面没有深究。