Visual inertial wheel Odometry System

作者：孔大庆 日期： 2019-11-13

0 前沿

本文研究对象为室内扫地机，研究课题是依靠视觉+IMU+轮式里程计实现室内扫地机的精确定位。本文参考开源VIO项目VINS-Fusion方案，采用滑动窗口方式的非线性优化VIO算法框架，并结合论文《Tightly-coupled Monocular Visual-odometric SLAM using Wheels and a MEMS Gyroscope》中用轮式里程计信息替代加速度信息方法实现视觉+陀螺仪+轮式里程计VIWO算法。不用加速度信息主要是考虑扫地机经常无法避免的发生碰撞，这种情形极有可能让VIO系统崩溃。相对而言里程计信息发生碰撞测量信息一般不会有较大变化，同时其提高的更加精准的里程信息。然而，VIWO系统需要处理轮子打滑的问题。

1 算法框架

2 预积分

该算法应用的场景是室内扫地机的二维环境的定位，结合扫地机经常会出现碰撞的情况，因此加速度信息没有融入里程计，取而代之的是可以测量到轮子里程的轮式里程计。下面是参考vins的预积分部分来推到的轮式里程计+陀螺仪的预积分：

在此之前定义变量和坐标系。定义世界坐标系w，轮式里程计坐标系为o，陀螺仪坐标系为b，摄像头坐标系为c。我们用里程计坐标相对于世界坐标的位姿来表示机器人的状态，定义状态量为

其中指的是陀螺仪在陀螺仪坐标系下的零偏，并不是g系相对于b系的意思。指角速度在里程计坐标系下表示，则是角速度在陀螺仪坐标系表示，是里程计k时刻相对于k-1时刻行走的里程;另外比如在i帧和j帧之间，常出现如下符号：

1. +两帧之间PQ推导形式

<= （1）

（2）

、只需要轮式里程计和陀螺仪数据积分即可计算，这部分是预积分的主体，下面来具体分析，其状态更新和不确定度的更新。首先，对于传感器陀螺仪和轮式里程计定义其测量数学模型：

其中是陀螺仪读数，它是在真值基础上叠加了零偏和0均值白噪声;是左右轮读数和的均值，是在真值和均值上叠加0均值白噪声的读数。将其带入（1）和（2），得：

= （3-1）

= （3-2）

=

其中，这里有一个难点，就是从公式（3-1）到公式（3-2），为了将主体旋转部分与微小量的旋转部分分开，进行了如下变换：

(3-1) =....

=.

=.

=.

.

=.

=.

可见我们利用李代数的伴随性质，把旋转矩阵的主要部分和绕动部分分开了，最终如公式3-2所示。

=)\

=)

=