1. 传感器综述
2. 传感器可分为主动式和被动式。主动式需要自己发射信号，然后通过接收信号测量，那么安装多个同类传感器、多机器人或一个传感器有多个发射器会出现相互干扰的情况。激光雷达、超声波、激光和红外属于主动式。被动式不会出现相互干扰的情况，相机、IMU、odometry属于被动式。
3. 传感器比较重要的是精度、内参、测量速度、以及测量之间的间隔。不同传感器之间存在测量频率和时间戳之间匹配的问题。
4. 移动会使相机（特别是卷帘快门）和激光雷达的每帧数据发生畸变（distortion），因为一帧数据由很多点组成，速度不够快，传感器一直在移动。帧率和速度差越大，畸变越大。
5. 使用激光、超声波等传感器时打印出数据用图画出来，选择合适的算法滤波，测试数据主要，如霄卓测试超声波数据波动大（由误差大造成），激光数据好很多
6. 环境退化（environmental degradation）会使传感器测量出错或跟踪失败，因为环境中没有包含充分信息了。
7. 快速运动会导致数据稀疏，即信息不够
8. 厂商：

* RGB-D摄像头：国外：微软Kinect系列、Intel realsense系列、苹果、英飞凌、TI等为代表的消费级RGB-D；orbbec、pico、human+、爱观、图漾、艾芯智能、知微传感等；英特尔的RealSense、华硕的Xtion

1. 相机

[1]计算机视觉life- 2019.11.23-24立体视觉（立体视觉论述，标定calibration，校正rectify，匹配correspond or matching）；主要论述双目相机

[2]视觉SLAM十四讲

1. 单目相机
2. 相机模型小孔成像，[1]镜头的原理是光的折射，一个点的光线通过棱镜（lens）折射到一点，可近似为小孔（pinhole）模型。
3. 小孔大小可认为是光圈大小，光圈越大进光越大？？
4. camera matrix P=intrinsic parameter K\*extrinsic parameter [R|T]
5. 相机标定方法

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 标定方法 | 优点 | 缺点 | 常用方法 |
| 传统相机标定法 | 可使用于任意的  相机模型、精度  高 | 需要标定物、算法复杂 | Tsai两步法  张氏标定法 |
| 主动视觉相机标定法 | 不需要标定物、算法简单、鲁棒性高 | 成本高、设备  昂贵 | 主动系统控制相机做特定运动 |
| 相机自标定法 | 灵活性强、可在  线标定 | 精度低、鲁棒  性差 | 分层逐步标定  基于Kruppa方程 |

1. image plane以相机中心为原点，pixel coordinate像素坐标系以左上角为原点，就是我们平时看到的图像。具体见[1]、[2]P85
2. 极线约束可以加快搜索过程，将2D搜索范围降到1D,需要知道两个相机中心的世界坐标和一个像素坐标。[2]p141。
3. 卷帘快门(Rollingshutter)与全局快门(global shutter)的区别：前者是逐行曝光，后者是整体曝光。

<https://blog.csdn.net/xin_yu_xin/article/details/50405697>

1. 跟踪失败的原因：动态环境；纹理，低纹理不好提取特征点,以及重复出现的纹理；模糊，可能由速度快造成；闭塞（occlusion）特征点只在一副图中被检测出来，不能repeated；光照变化，如室内和室外光照变化，从早到晚光照变化
2. 1
3. 双目相机

[1]参考计算机视觉life- 2019.11.23-24立体视觉（立体视觉论述，标定calibration，校正rectify，匹配correspond or matching）

1. Calibration->rectification->correspondence->triangulation
2. 双目标定=单目标定+计算两个相机的旋转和平移（一般两个相机在同一高度，但为了共同视场更大会互成角度）。
3. Calibration：Intrinsic parameters of the two cameras(focal length,

image center（工艺原因，相机中心和成像中心会有偏离，也就是最后图像的中心未必是相机中心点）, parameters of lenses distortion（畸变，一是透镜自身的形状对光线传播的影响；二是在机械组装过程中，透镜和成像平面不可能完全平行，这也会使得光线穿过透镜投影到成像面时的位置发生变化。）, etc)。Extrinsic parameters (R and T that aligns the two cameras)

1. Stereo Rectification：turns the stereo pair in standard form。将互成角度的情况，转换中双目相机两相机平行的标准情况。互成角度能拍到更多信息。
2. 匹配为了获得视差。匹配方法有基于像素的匹配和基于像素区域的匹配。
3. 深度相机
4. 激光雷达
5. 跟踪失败的原因：无结构（structure‐less）的地方，如空旷的地方；
6. scan matching时避免：我们避免选择相邻点已经被选择的点，闭塞区域边界上的点；避免选择局部表面接近平行于激光束的点。因为这些点可能包含很大的噪音，或者随着传感器的移动而改变位置。
7. IMU
8. IMU可靠性高，很少因为环境问题出故障
9. 1
10. odometry
11. IMU可靠性高，很少因为环境问题出故障
12. 1
13. 超声波
14. 霄卓测试：超声波测距精度1.5cm；有发散角，可通过加挡板的方法减小发散角，四面都加会造成信号过强；超声波盲区8mm。
15. 激光
16. 霄卓测试：激光测距精度2mm，但与光强关系较大，只在一定光强范围测得距离是准确的。测量玻璃距离时可能会偏小（实际2m，测得0.525m）；玻璃后有障碍物会测到障碍物距离；从障碍物到玻璃会出现测不到数据的情况；激光测到边缘时，测量值不会突变，会缓慢变化，5、6次左右。
17. 红外
18. 易受光照影响
19. 1