# SLAM面试题总结

1.SIFT和SUFT的区别。

在构建图像金字塔时，SIFT特征利用不同尺寸的图像与高斯差分滤波器卷积，SURF特征利用原图与不同尺寸的方框滤波器卷积。从特征描述子的角度来看，SIFT特征有4\*4\*8=128维的描述子，SURF特征有4\*4\*4=64维的描述子。从特征点检测的方法来看，SIFT特征先进行非极大值抑制，再去除低对比度的点，再通过海森矩阵去除边缘响应过大的点，SURF特征先利用海森矩阵确定候选点，然后进行非极大值抑制。从特征点的方向角度看，SIFT特征在正方形区域内统计梯度幅值的直方图，直方图最大值对应的方向为主方向，可以有多个主方向；SURF特征在圆形区域内计算各个扇形范围内x,y方向的haar小波响应，模最大的扇形方向作为主方向。

2. 等距变换、相似变换、仿射变换、射影变换的区别。

等距变换：相当于是平移变换（t）和旋转变换（R）的复合，等距变换前后长度，面积，线线之间的角度都不变。自由度为6（3+3）

相似变换：等距变换和均匀缩放（S）的一个复合，类似相似三角形，不变量有两直线间的夹角，长度的比值，面积的比值。自由度为7（6+1）



仿射变换：一个平移变换（t）和一个非均匀变换（A）的复合，A是可逆矩阵，并不要求是正交矩阵；分解后可以看出其是一个等距变换一个非均匀伸缩变换和一个等距变换的合成。仿射变换保持平行性不变，保持面积的比值不变保持平行线段长度的比值不变。自由度为12（9+3）

射影变换：当图像中的点的齐次坐标的一般非奇异线性变换，射影变换就是把理想点（平行直线在无穷远处相交）变换到图像上，射影变换的不变量是:重合关系、长度的交比。自由度为15（16-1）。

3. Homography、Essential和Fundamental Matrix的区别。

4. 视差与深度的关系。

5. 描述PnP算法。

6. 闭环检测常用方法。

7. 给一个二值图，求最大连通域。

8. 梯度下降法、牛顿法、高斯-牛顿法的区别。

9. 推导一下卡尔曼滤波、描述下粒子滤波。

10. 如何求解Ax=b的问题。

11. 什么是极线约束。

12. 单目视觉SLAM中尺寸漂移是怎么产生的。

13. 解释SLAM中的绑架问题。

14. 描述特征点法和直接法的优缺点。

特征点法：

优点：1.没有直接法的强假设，更加的精确；2.相比于直接法，可以在更快的运动下工作，鲁棒性好。

缺点：1.特征提取和特征匹配过程耗时长；2.特征点少的场景中无法使用；3.只能构建稀疏地图。

直接法：

优点：1.省去了特征提取和特征匹配的时间，速度较快；2.可以在特征缺失的场合使用；3.可以构建半稠密或者稠密地图。

缺点：1.易受光照和模糊影响；2.运动必须慢；3.非凸性，易陷入局部极小解。

15. EKF和BA的区别。

16. 边缘检测算子有哪些。

17. 简单实现cv::Mat()。

18. 10个相机同时看到100个路标点，问BA优化的雅克比矩阵多少维。

19. 介绍经典的视觉SLAM框架。

20. 介绍下你熟悉的非线性优化库。

21.室内SLAM与自动驾驶SLAM有什么区别。

22. 什么是紧耦合、松耦合？优缺点。

23. 地图点的构建方法有哪些。

24. 如果对于一个3D点，我们在连续帧之间形成了2D特征点之间的匹配，但是这个匹配中可能存在错误的匹配。请问你如何去构建3D点。

25. RANSAC在选择最佳模型的时候用的判断准则是什么。

26. 除了RANSAC之外，还有什么鲁棒估计的方法。

27. 3D地图点是怎么存储的？表达方式。

28. 给你m相机n个点的bundle adjustment。当我们在仿真的时候，在迭代的时候，相机的位姿会很快的接近真值。而地图点却不能很快的收敛这是为什么呢。

29. LM算法里面那个λ是如何变化的呢。

30. 说一下3D空间的位姿如何去表达。

31. 李群和李代数的关系。

32.求导



33. Mat是如何访问元素的？先访问行还是先访问列。

34. 写出单目相机的投影模型，畸变模型。

35. 安装2D lidar的平台匀速旋转的时候，去激光数据畸变，写代码。

36. 给两组已经匹配好的3D点，计算相对位姿变换，写代码。

37. ORB-SLAM初始化的时候为什么要同时计算H矩阵和F矩阵。

38. 说一下Dog-Leg算法。

39. Vins-Mono里面什么是边缘化？First Estimate Jacobian？一致性？可观性。

40. 说一下VINS-Mono的优缺点。

41.导一下VINS-Mono里面的预积分公式。

42.给定一些有噪声的GPS信号的时候如何去精准的定位。

43.何标定IMU与相机之间的外参数。

44 给你xx误差的GPS，给你xx误差的惯导你怎么得到一个cm级别的地图。

45. 计算H矩阵和F矩阵的时候有什么技巧呢。

46. 给一组点云，从中提取平面。

47. 给一张图片，知道相机与地面之间的相对关系，计算出图的俯视图。

48. 双线性插值如何去做，写公式。

49. RGB-D的SLAM和RGB的SLAM有什么区别。

50.什么是ORB特征? ORB特征的旋转不变性是如何做的? BRIEF算子是怎么提取的。

51.ORB-SLAM中的特征是如何提取的？如何均匀化的。

# SLAM秋招面经（大疆、华为、海康、图森、小马智行、地平线、momenta、滴滴）

前段时间一直没更新博客，因为论文、实习、秋招一系列事情都非常忙，如今秋招接近尾声，稍有空闲，所以来写一个面经，希望大家能收益。

## 一、大疆

整体来说，大疆面试官的水平还是非常高的。一面项目技术，二面工程，三面价值观、综合能力。

### 一面（50min）

* 你实习做了些什么？
* 谈了谈自己的项目相关
* ORBSLAM的哪个部分最耗时？后端H矩阵求解的算法复杂度是多少？如何去加速后端求解？
* 如何求解线性方程Ax=b？SVD和QR分解哪个更快？

### 二面（30min）

* ORBSLAM怎么克服尺度漂移问题？回环原理讲一下，要估计哪些量？
* 做了一道题，嵌入式编程相关，设计位运算。
* 嵌入式方面，DRAM和SRAM的区别，速度差多少？
* 因为项目用了TX2，问到TX2有哪些模块？
* 对大疆产品有什么看法？

### 三面（30min）

* 介绍自己最自豪的一个项目
* 团队合作中有什么困难？如何去解决？
* 你对未来无人机的畅想，如果进入大疆，你希望无人机做成什么样子？
* 阐述一下对SLAM未来的看法，在大疆有哪些应用？
* 阐述一下个人性格的优缺点？

## 二、华为

华为的面试体验非常好，面试官都非常nice

### 一面（30min）

* 做了哪些项目，一个一个讲，讲了很多，主要考察项目有没有做过。
* 做了一道编程题，全排列相关。

### 二面（30min）

* 聊一聊做过的项目，里面遇到了哪些工程问题？基本也是顺着项目问。
* STL中的内存管理相关。
* 做了一道编程题，字符串相关。

### 三面（30min）

* 做过的最自豪的项目是什么？项目设计架构图？无人机与无人驾驶相比，架构上有什么异同点？
* 你对无人驾驶的未来有什么看法？为什么要选择来华为？

## 三、海康

一面电话面，二面现场面，三面HR

### 一面（30min）

* 做了哪些项目，多传感器融合了解吗？
* 跑过哪些开源算法，是否做过对比，各有什么优劣？
* 对于光照明暗变化、动态场景，视觉SLAM如何去解决？
* 视觉SLAM的行业应用有哪些，阐述一下语义SLAM的未来应用优势与劣势？

### 二面（50min）

* 做了哪些项目，问得非常细，会抠项目的细节问。
* 你做的项目未来还有什么改进点？
* 项目合作中，你担任什么角色？如何当好负责人？
* 一道编程题，位运算相关。

### 三面（15min）

* 项目合作细节，如何处理项目成员之间的关系
* 个人有什么比较黑暗的时期，讲一讲
* 未来职业规划

## 四、图森

一面技术，二面工程，三面还是技术

### 一面（50min）

* 实习做了什么？
* 长廊问题怎么办？
* 为什要选用yolo这个模型？
* 动态SLAM的思路？与基础矩阵分割相比有什么区别？什么是三角剖分？与深度学习方法相比的优势？
* 霍夫变换的原理？ 单应矩阵为什么只有8个自由度？
* RANSAC
* ORBSLAM的初始化步骤
* 怎么用H的稀疏性加速？
* 滑动窗口中的边缘化？
* R的性质，李群

### 二面（60min）

* 纯代码面，手撕两道编程题。记得其中一道与flood fill类似。
* git的基本原理以及相关操作
* 还有一些C++基本知识

### 三面（60min）

* PnP求解最少需要几个点？（4个，3个求解，1个验证）只有一个点的自由度是多少？两个点呢？
* 二维码恢复相对位置，六个自由度，哪个自由度上对噪声比较敏感？
* 怎么用EKF融合多传感器信息？
* 单目视觉如何测量深度？
* 相机内参K的单位。
* 如何通过光流一致性剔除动态物体？

## 五、小马智行

非常nice的一个公司，无论是技术能力还是技术氛围，都称得上是一流水平。  
一面代码，二面项目+代码，三面项目+代码，四面boss，五面HR。由于面试得比较早，所以具体内容有些记不清了，反正就是写写写写写代码，代码要求真的高。

## 六、地平线

一面项目，二面代码，三面问得很细

### 一面（60min）

* 聊项目
* 光流原理
* 矩阵求逆的复杂度？矩阵分解有哪些方法，复杂度是多少？工程上哪种方法最通用，为什么？
* H和F矩阵的自由度。
* IMU预积分了解吗？
* MLE和MAP的关系。

### 二面（60min）

* 三道代码题，hashmap，动态规划相关。
* C++11如何有效防止内存泄露
* 智能指针，weak\_ptr讲一下
* array和数组有什么区别？
* C++如何高效管理动态内存（关于这个问题我真的很迷）

### 三面（60min）

* 会顺着项目问。
* opencv、eigen、PCL库了解吗？PCL库里bug挺多，你说说有哪些bug。
* ORBSLAM的代码有哪些需要改进的地方？
* BA中，海塞矩阵的求逆有哪些可以加速的方法，除了边缘化和GPU，有哪些数值计算的方式能够加速？
* ceres库的自动求解雅克比的原理？
* ROS中，node属于多进程，如何把两个node放在一个进程中？

## 七、Momenta

实习面试，一面项目，二面工程，三面综合，面试官人都非常nice，面试体验极佳。

### 一面（60min）

* 介绍项目，项目思想，展开讨论
* 选一个最熟悉的开源框架讲讲
* 当你写BA的时候， 如果发现问题，你一般怎么debug
* ORBSLAM还有什么改进的空间 除了回环检测之外，orbslam怎么消除累计误差

### 二面（40min）

* 问项目中的code
* 讲一下lamda函数
* 虚函数表
* 两道代码题，一道是用类来实现一个计时器。另一道是动态规划题。
* 根据编程中的知识点问一些问题，类的生存周期，类的内存储存在哪？

### 三面（30min）

* 基本上是顺着项目问
* 未来职业规划
* 对momenta有什么看法？

## 八、滴滴

自动驾驶部门，总共四面，一面简历面，剩下三面都是代码+项目。

### 一面（60min）

* 聊项目
* roslaunch和rosrun的区别
* 多个有序链表合并成一个有序链表，写代码。

### 二、三面（90min）

* 项目+代码
* 高精地图的建图步骤有哪些？

### 四面（60min）

* 如何设计一个视觉+IMU+RTK+Lidar的定位系统？
* 特征点匹配中，如何避免误匹配？
* 后端BA中，如何存在outlier一般怎么解决？
* 如果给你一个不连续函数，如何求导？
* 代码，手写KD-Tree