

# ORB\_SLAM3 系列代码讲解

## 匹配算法 专题二

主 讲 人：魏宏宇

公 众 号：3D视觉工坊

# 主要内容

1

ORB\_SLAM3 全部匹配算法总结

2

前节回顾

3

ORB\_SLAM3 匹配算法（二） 3D-2D

4

讨论交流 （SLAM算法如何入门较快？博士/硕士）

# 1 ORBSLAM3 全部匹配算法总结



## ● 单目初始化 (MonocularInitialization())

途径：对初始图像帧和当前图像帧进行基于对极几何约束的2D-2D特征匹配

目标：获得2D-2D的特征匹配关系，为估计初始位姿做准备

## ● 跟踪参考关键帧 (TrackReferenceKeyFrame())

途径：对参考图像帧和当前图像帧进行3D-2D的特征匹配

目标：获得参考图像帧中的地图点在当前图像帧中的跟踪情况，传递匹配成功的地图点至当前图像帧

## ● 跟踪恒速模型 (TrackWithMotionModel())

途径：对上一图像帧和当前图像帧进行3D-2D的特征匹配

目标：获得上一图像帧中地图点在当前图像帧中的跟踪情况，传递匹配成功的地图点至当前图像帧

## ● 局部地图点跟踪 (SearchLocalPoints())

途径：获得当前图像帧周围的关键帧以及关键帧的共视关键帧，利用关键帧中的地图点形成以当前图像帧为中心的局部地图点，对局部地图点与当前图像帧之间展开3D-2D特征匹配

目标：增广当前图像帧的地图点数量，获得更多的地图点信息

## ● 重定位 (Relocalization())

当前图像帧和周围关键帧进行匹配实现重定位



- **构造新的地图点** (CreateNewMapPoints())

途径：对当前关键帧和周围关键帧以及共视关键帧之间展开基于词袋模型的3D-2D匹配

目标：利用关键帧之间的匹配关系，获得更多的关键帧地图点

- **融合地图点** (SearchInNeighbors())

途径：通过3D-2D的匹配关系，判断地图点对应的特征点是否发生重合现象

目标：融合/替换重合的地图点/特征点



- **判断当前关键帧和共视关键帧之间的特征点匹配情况** (DetectCommonRegionsFromBoW())
  - 途径：对当前关键帧和共视关键帧之间的特征点展开基于词袋模型的特征匹配
  - 目标：获取当前关键帧和共视关键帧之间的特征点匹配情况，判断是否发生融合
- **融合地图点** (SearchAndFuse())

2

前节回顾

ORB\_SLAM3 匹配算法（一）



- SLAM十四讲中的匹配算法总结
  - ✓ 2D-2D
    - 对极几何约束的几何意义
    - 本质矩阵的求解方法
  - ✓ 3D-2D:
    - PnP算法
    - 重投影误差的意义
  - ✓ 3D-3D:
    - ICP算法
- 随机一致性检验RANSAC原理、应用方式
- ORBSLAM3中单目初始化阶段的2D-2D匹配和初始位姿估计过程



### 3 ORBSLAM3 匹配算法（二） 3D-2D



## DLT直接线性变换

这个算法最主要的作用不是用于求解变换，而是利用DLT原理实现了单目2D到3D的三角化过程

我们都知道，对两幅图像实现了**2D-2D**的匹配后，可以获得两幅图像之间的位姿变换关系，原理就是三角测量法，那么到底如何实现的**3D**空间点位置恢复？

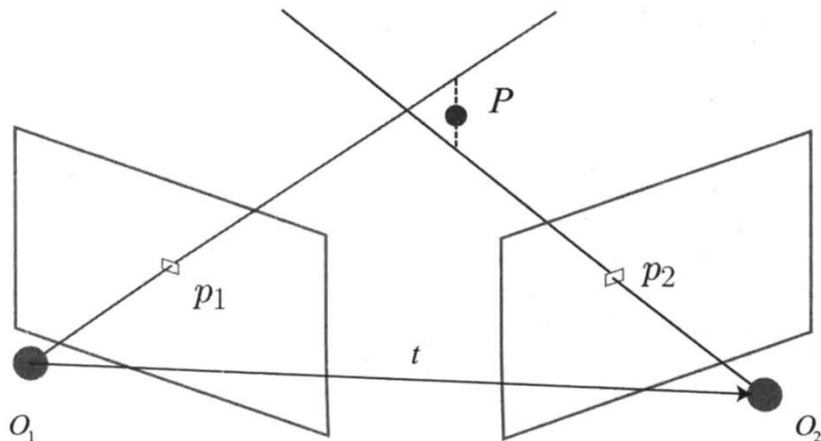


图 7-9 三角化获得地图点深度

[https://blog.csdn.net/weixin\\_36448497](https://blog.csdn.net/weixin_36448497)



## DLT直接线性变换

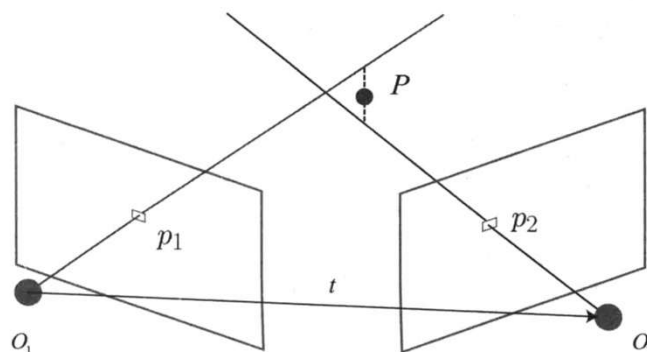


图 7-9 三角化获得地图点深度

**当前已知条件:**

图像1的位姿:  $T_{C_1W}$  图像2的位姿:  $T_{C_2W}$

匹配成功的点对像素坐标  $p_1(u_1, v_1)$   $p_2(u_2, v_2)$

**目标:**

获得空间点P的世界坐标

根据相机摄影原理, 2D图像坐标与3D空间点存在如下关系

$$s \begin{pmatrix} u_1 \\ v_1 \\ 1 \end{pmatrix} = (KT_{C_1W}P_W)_{1:3}$$

$$s \begin{pmatrix} u_1 \\ v_1 \\ 1 \end{pmatrix} = M_{3*4}P_W$$

拆开并用最后一行尺度因子的关系消去尺度因子对前两行的影响

$$\begin{aligned} M_2P_Wu_1 - M_0P_W &= 0 \\ M_2P_Wv_1 - M_0P_W &= 0 \end{aligned}$$

图2 同理

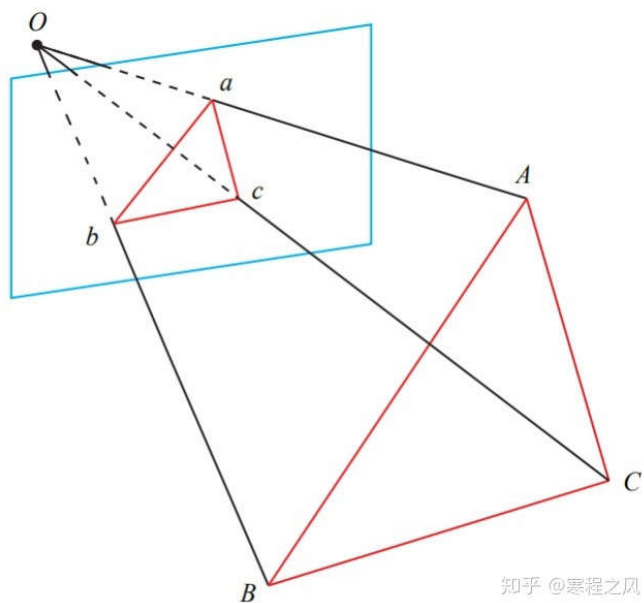
$$\begin{aligned} M'_2P_Wu_2 - M'_0P_W &= 0 \\ M'_2P_Wv_2 - M'_0P_W &= 0 \end{aligned}$$

SVD分解求解超定方程获得空间点坐标



这部分是典型的书上教1+1，实战解方程

利用三角形的几何相似性质，构造空间3D点和像素平面3D点之间的比例关系，实现匹配



知乎 @寒程之风

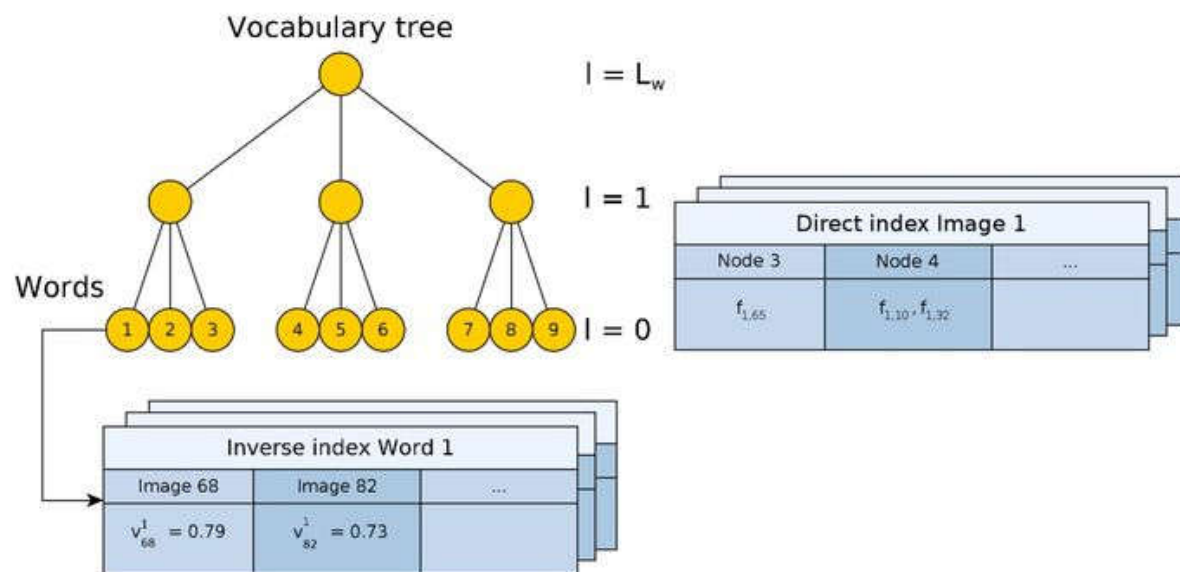
这部分在ORB\_SLAM3过程中使用在重定位方面的，等用到的时候再讲

在SLAM十四讲中，词袋模型是被放在回环检测章节的，这部分讲的也不是很多，其主要作用是提高匹配速度，因此在ORB\_SLAM系统中被广泛应用于3D-2D匹配，这也造成了很多初学者看不懂匹配算法。



大多数同学对于匹配中的词袋模型其实主要是要知道怎么使用的即可，这部分其实也没太多可以用来创新的算法，因此不需要耗费过多的时间在词袋模型的原理方面。

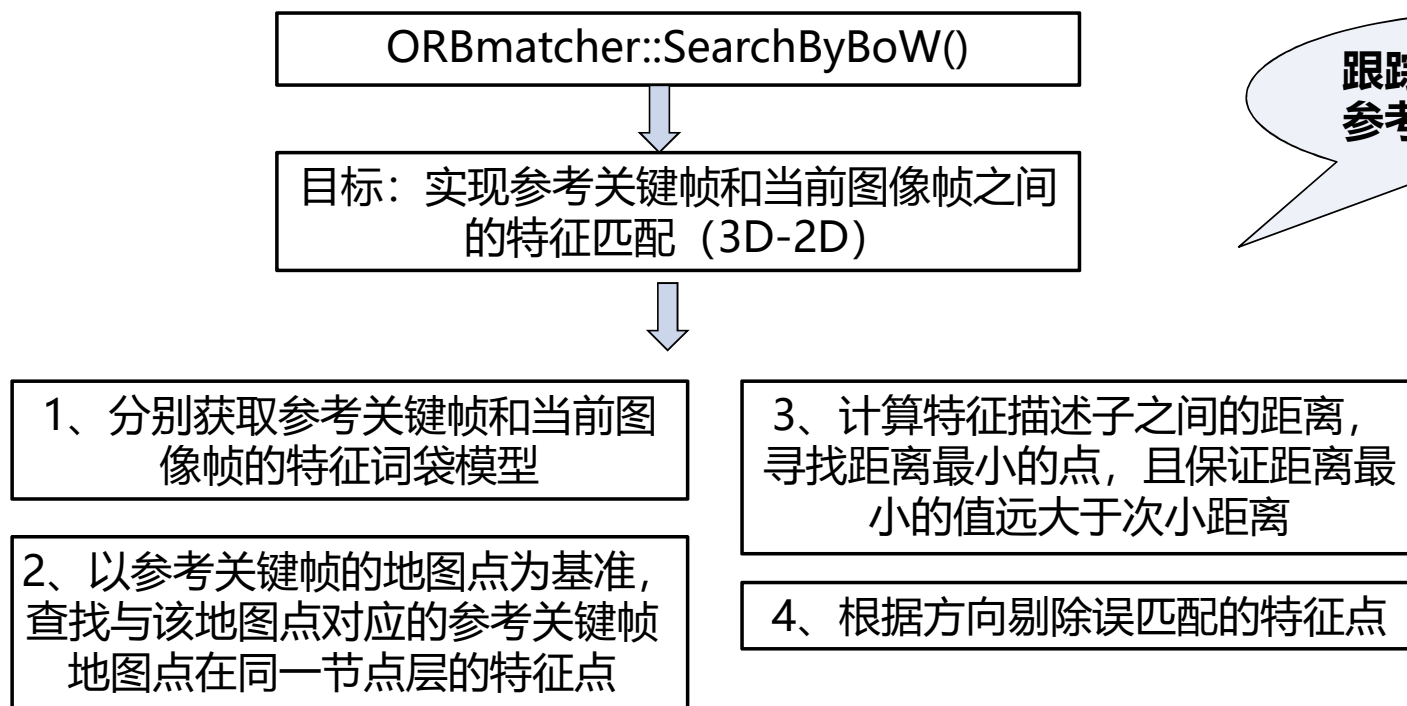
但对于博士同学或想要长期从事SLAM行业的同学，建议**追本溯源，知其然，知其所以然**



见下期课程



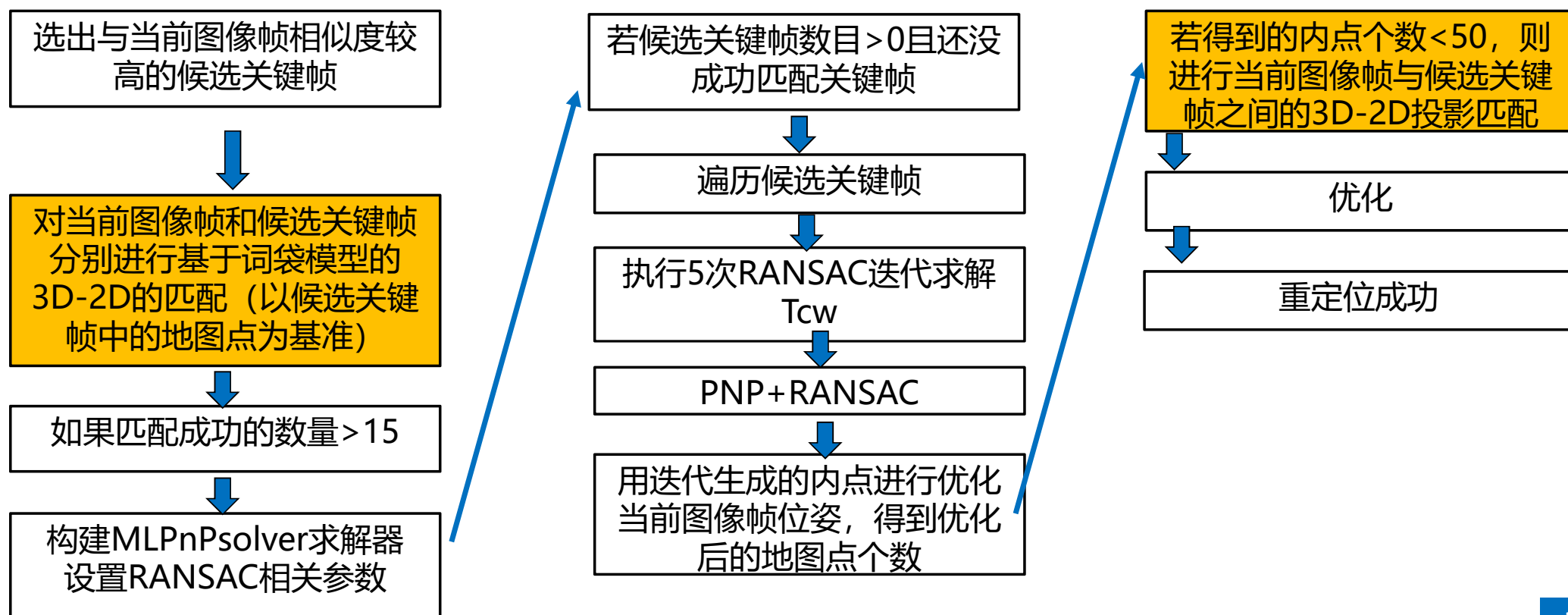
词袋模型是用于加速匹配的，可以理解为将特征点分层分区排放，将特征点分为多层，匹配时只需要在层间进行匹配就可以了，不需要整张图像的特征点展开匹配。这部分我们先看个整体的算法流程



跟踪线程中，跟踪参考关键帧



重定位过程中，为实现快速匹配恢复相机位姿，ORB\_SLAM3也用了词袋模型进行加速，同时使用了MLPnP算法，这也是ORB\_SLAM3的创新点之一





还有一种是利用投影法实现的特征匹配，有点类似于上次讲的2D-2D的匹配，原理就是将3D坐标投影至当前图像帧的像素坐标，在投影坐标周围的窗口内，计算描述子距离进行特征匹配

局部地图点跟踪部分也用了这个原理

ORBmatcher::SearchByProjection()

目标：实现上一图像帧到当前图像帧的匹配 (3D-2D)

跟踪线程中，恒速模型跟踪当前图像帧

1、利用3D-2D的相机投影将上一图像帧中的地图点投影至当前图像帧的像素坐标系中

2、以投影点为中心，在当前图像帧中搜索半径范围内的特征点作为候选特征点

3、计算地图点的描述子和候选特征点的描述子之间的距离，寻找距离最小的点，且保证距离最小的值远大于次小距离

4、根据方向剔除误匹配的特征点



4

## 讨论与交流

SLAM算法如何入门较快？ 博士/硕士

# 欢迎关注3D视觉工坊

我们这里有3D视觉算法、SLAM、点云处理、三维重建、计算机视觉、深度学习、自动驾驶、图像处理、技术干货以及前沿paper分享！

如果你也想成为主讲人，欢迎加入我们。

➤ 报名方式：请发送邮件至[vision3d@yeah.net](mailto:vision3d@yeah.net)

公众号



交流群请添加客服





**客服微信，咨询课程**



**3D视觉工坊知识星球**

- ◆ 课程PPT和注释代码
- ◆ 补充知识点 PDF版和视频版
- ◆ 答疑



**感谢聆听**

Thanks for Listening