

## 激光 SLAM 理论与实践课程学习资料（建议）

总的来说，希望大家掌握更多下面的知识以更好地学习这门课程（知乎/B 站/百度/github 都是学习的常用渠道）：

### 一、理论知识：

主要内容有：

贝叶斯公式与贝叶斯定理；

线性代数基础知识（矩阵相关知识）；

优化方面的基础知识（特别是最小二乘优化相关的算法）；

李群李代数（很多同学可能比较陌生，这里提供一篇参考论文：A micro Lie theory for state estimation in robotics; <https://arxiv.org/pdf/1812.01537.pdf>）；

求 Jacobian 矩阵（掌握基础即可，目前有现成的库）；

一些零散的数学和理论：如 NDT 方法需要掌握概率分布的基础知识，特别是对正态分布的公式要熟悉；cartographer 涉及到分支限界算法。这些零散的知识在用到的时候学习即可。

### 二、编程能力：

本课程的系统环境为 linux+ros，编程语言为 C++，因此需要先后学习 linux 基础命令、ros 基础命令和 C++ 的大部分知识，同时根据自己的编程习惯安装 VScode 等编译平台。

### 三、文献阅读能力：

需要阅读一定的技术文档/博客和英文文献。

以下是按章节提供一些学习资料：

#### 第一章：

Linux 入门：

推荐《鸟哥的 linux 私房菜》

[http://cn.linux.vbird.org/linux\\_basic/linux\\_basic.php#part1](http://cn.linux.vbird.org/linux_basic/linux_basic.php#part1)

ROS 学习：

推荐古月老师的课（深蓝学院或者古月居均可）：

<https://www.shenlanxueyuan.com/course/86?source=1>

机器人姿态描述的基础知识：

推荐高翔博士（《视觉 SLAM 十四讲》作者）的博客：

<https://www.cnblogs.com/gaoxiang12/p/5113334.html>

C++：

建议从教程开始快速上手，再学习 C++ primer 等传统教材：

[https://www.bilibili.com/video/BV1dE41167hJ?share\\_source=copy\\_web](https://www.bilibili.com/video/BV1dE41167hJ?share_source=copy_web)

或者自己到 B 站/知乎寻找适合自己的教程均可

#### 第二章：

线性最小二乘法原理扩展阅读：

<https://www.cnblogs.com/pinard/p/5976811.html>

内外参标定的相关论文:

Simultaneous calibration of odometry and sensor parameters for mobile robots (作业中有 pdf 版本)

### 第三章:

ICP 方法扩展阅读:

<https://zhuanlan.zhihu.com/p/35893884>

<https://zhuanlan.zhihu.com/p/61991880>

### 第四章:

IMLS-SLAM 论文解读:

[https://blog.csdn.net/shuang\\_yu\\_/article/details/88978235](https://blog.csdn.net/shuang_yu_/article/details/88978235)

### 第五章:

Cartographer 相关论文 (作业中有 pdf 版本):

Real-Time Correlative Scan Matching (提出 CSM 方法)

Real-Time Loop Closure in 2D LIDAR SLAM (提出完整的初代 cartographer)

NDT 方法的论文:

The Normal Distributions Transform\_A New Approach to Laser Scan Matching (提出 NDT 方法的论文)

NDT-Transformer: Large-Scale 3D Point Cloud Localisation using the Normal Distribution Transform Representation (最新进展)

### 第六章:

非线性优化扩展阅读:

<https://zhuanlan.zhihu.com/p/94589862>

2d SLAM 的后端加速方法论文:

Efficient Sparse Pose Adjustment for 2D Mapping

### 第七章:

概率机器人 (Probabilistic Robotics) 教材 (书中第九章对应我们的第七章)

<https://github.com/yvonshong/Probabilistic-Robotics>

作业中提供的近几年的相关论文

### 其他扩展阅读材料:

激光 SLAM 经典算法:

1、2D

Cartographer: 核心思想是 Correlative Scan Matching(CSM)+分支定界

源码: <https://github.com/cartographer-project/cartographer>

解析: [https://blog.csdn.net/m0\\_37931718/article/details/102920780](https://blog.csdn.net/m0_37931718/article/details/102920780)

Hector SLAM: 核心思想是双线性插值

解析: <https://www.cnblogs.com/cyberniklee/p/8484104.html>

Karto SLAM: 第一个完整的图优化 SLAM 算法

解析: <https://blog.csdn.net/zrjust1043/article/details/66970557>

比较: <https://blog.csdn.net/hzy925/article/details/78857241>

GMapping: 核心思想是粒子滤波

源码: [https://github.com/ros-perception/openslam\\_gmapping](https://github.com/ros-perception/openslam_gmapping)

解析:

<https://cxx0822.github.io/2020/05/05/gmapping-suan-fa-yuan-li-ji-yuan-dai-ma-jie-xi/>

## 2、3D

LOAM 系列的 A-LOAM, LEGO-LOAM 等, 有兴趣可搜索学习

KITTI 数据集的 odometry 榜可以看一下, 该榜将提供了 SLAM 结果的 3D SLAM 算法按照精确度进行了排序

## 3、ICP 方法一个综述:

A Review of Point Cloud Registration Algorithms for Mobile Robotics

推荐 Ethan Eade 写的一些文章:

<http://www.ethaneade.com/>