



# 自动驾驶中的多传感器数据融合技术分享

Camera + LiDAR + Radar + IMU



购买该课程请扫描二维码

主 讲 人：初 心

公 众 号：3D视觉工坊

# 目录

1

自动驾驶感知模块概括

2

自动驾驶中的多传感器数据融合技术栈

3

多传感器融合岗位与前（钱）景

4

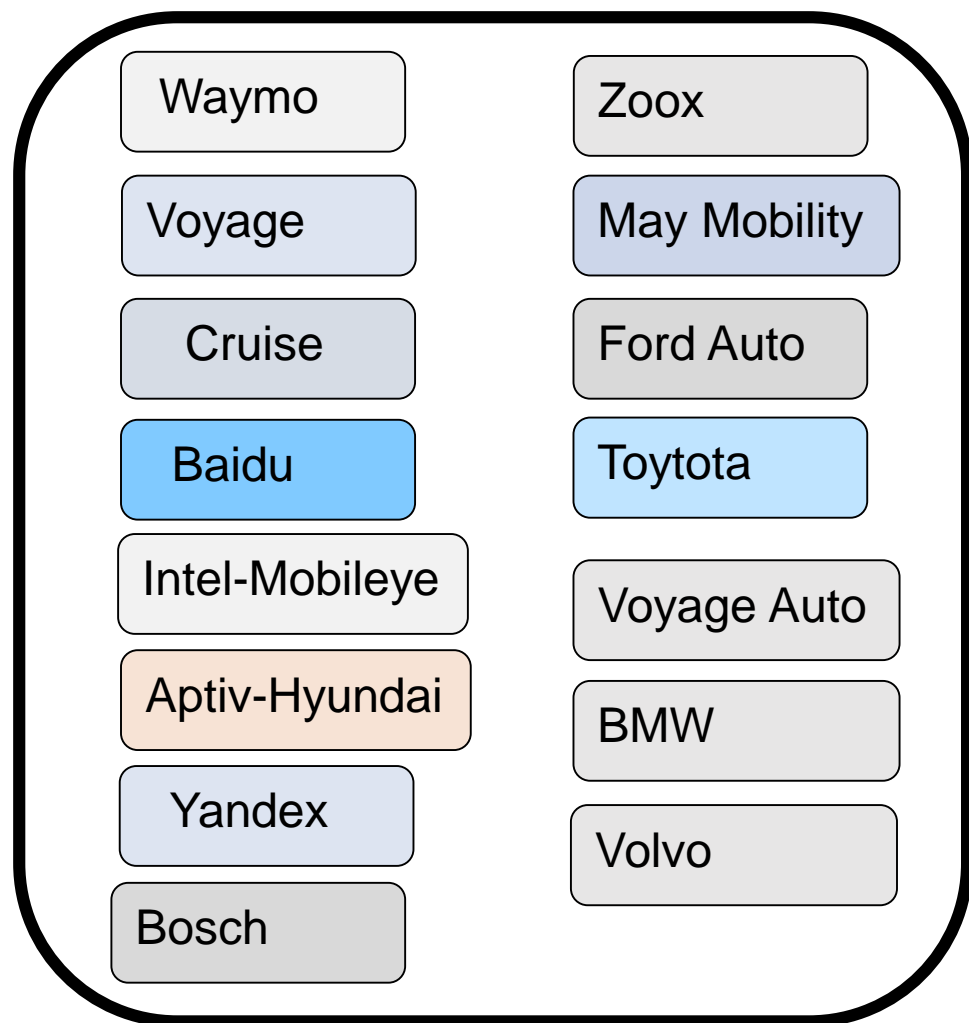
如何学习多传感器融合技术以及进阶路线

5

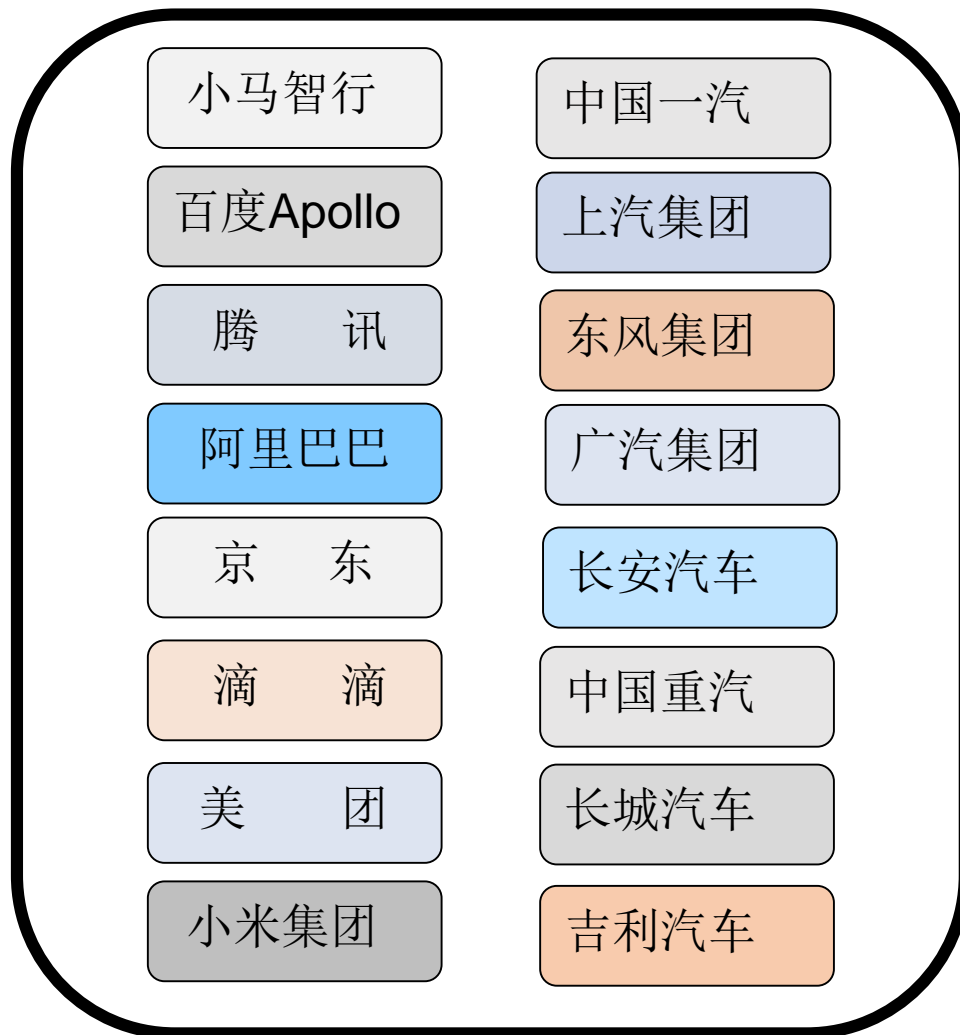
答疑互动



## 1. 国内外自动驾驶公司情况



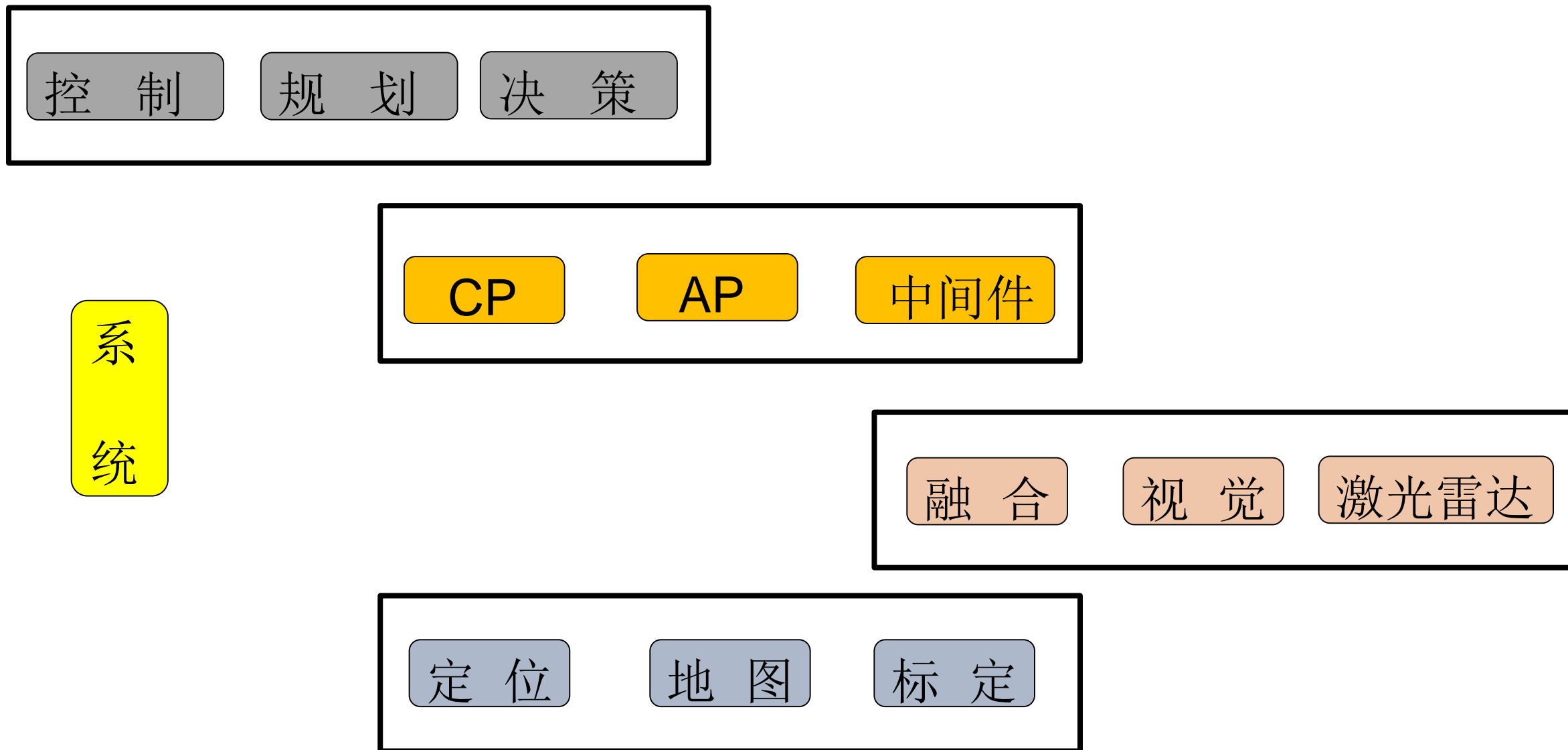
NR发布最新自动驾驶竞争力榜单



国内主要自动驾驶公司

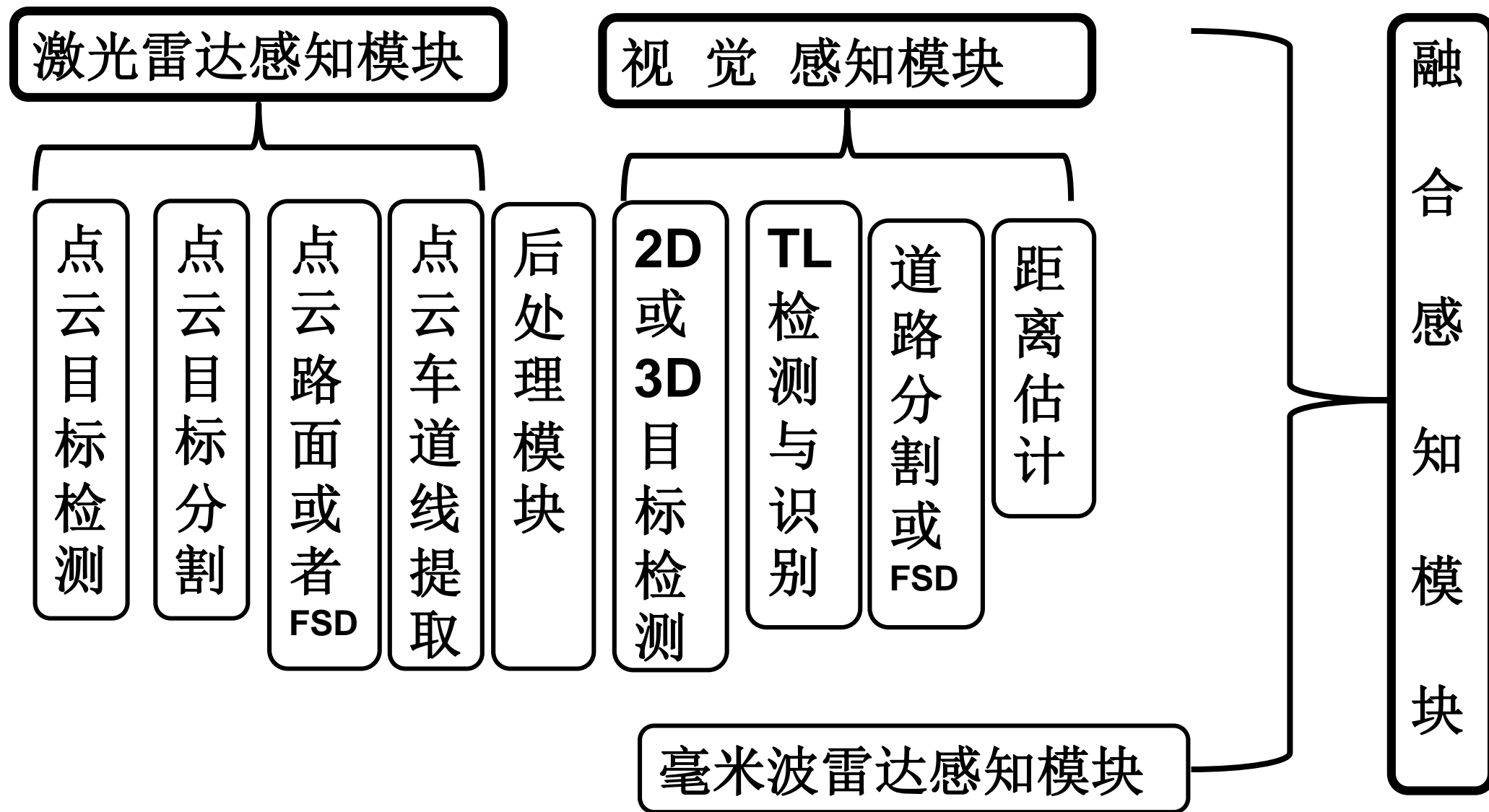


## 2. 自动驾驶领域涉及的技术栈





## 3. 自动驾驶中感知模块





### Camera

摄像头属于**被动触发式**传感器，被摄物体反射光线，传播到镜头，经**模数转换**由图像处理芯片处理成**数字信号**。

### LiDAR

激光雷达是主动测量传感器，通过对外发射激光脉冲来进行物体检测和测距。根据测距方法的不同可以分为**三角法测距**、**TOF法测距**、**相干法测距**。市面上用的比较多的还是**TOF测距**的激光雷达。激光雷达从工作方式上可以分为**机械式激光雷达**、**混合固态激光雷达**、**固态激光雷达**。

### Radar

毫米波雷达通过发射无线电波，然后接收反射回来的信号，通过电磁波返回的飞行时间计算目标的相对距离；根据多普勒原理，当发射的无线电波和被探测目标有相对移动、回波的频率会和发射波的频率不同，通过检测频率差计算目标的相对速度。**内部结构**主要包括收发天线、射频前端、调制信号、信号处理模块等。根据测距原理可以将毫米波雷达分成**脉冲测距雷达**和**连续波测距雷达（FMCW）**。

### IMU

IMU全称Inertial Measurement Unit，惯性测量单元，主要用来检测和测量加速度与旋转运动的传感器。





### GNSS

全称Global Navigation Satellite System，是利用一组卫星的[伪距](#)、星历、卫星发射时间等观[测量](#)，同时还必须知道用户[钟差](#)。全球导航卫星系统是能在地球表面或近地空间的任何地点为用户提供全天候的3维坐标和速度以及时间信息的空基无线电导航定位系统。只需4颗卫星，就能获得目标经纬度和高度。

### GPS

全称Global Positioning System，是一种以[人造地球卫星](#)为基础的高精度无线电导航的定位系统，它在全球任何地方以及近地空间都能够提供准确的地理位置、车行速度及精确的时间信息。

### RTK

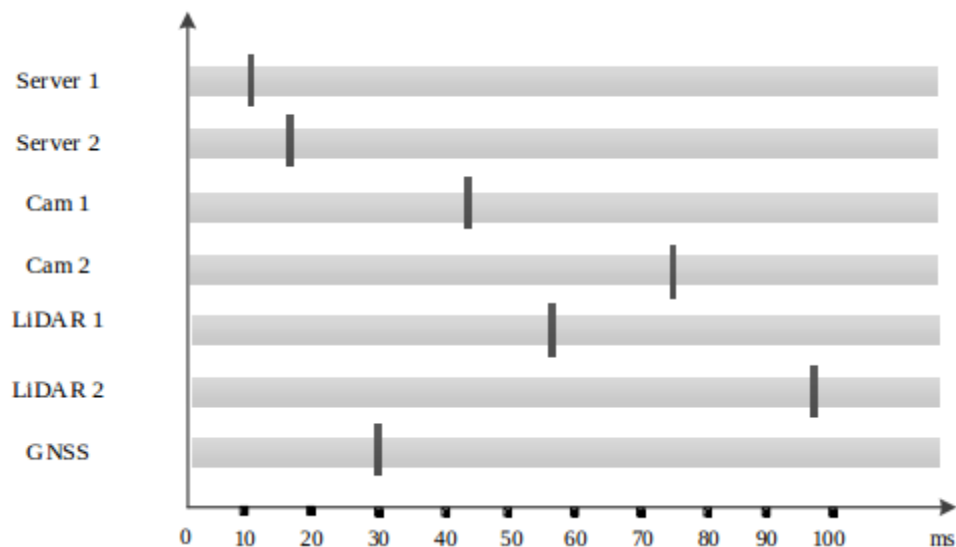
RTK（**Real - time kinematic**，实时动态）载波相位差分技术，是实时处理两个测量站载波相位观测量的差分方法，将[基准站](#)采集的载波相位发给用户接收机，进行求差解算坐标。**厘米级定位精度**，是GPS应用的重大里程碑。其原理是将位于基准站上的[GPS接收机](#)观测的卫星数据，通过数据通信链（无线电台）实时发送出去，而位于附近的移动站GPS接收机在对卫星观测的同时，也接收来自基准站的电台信号，通过对所收到的信号进行实时处理，给出移动站的三维坐标，并估“其精度。利用RTK测量时，至少配备两台GPS接收机。

### 组合惯导

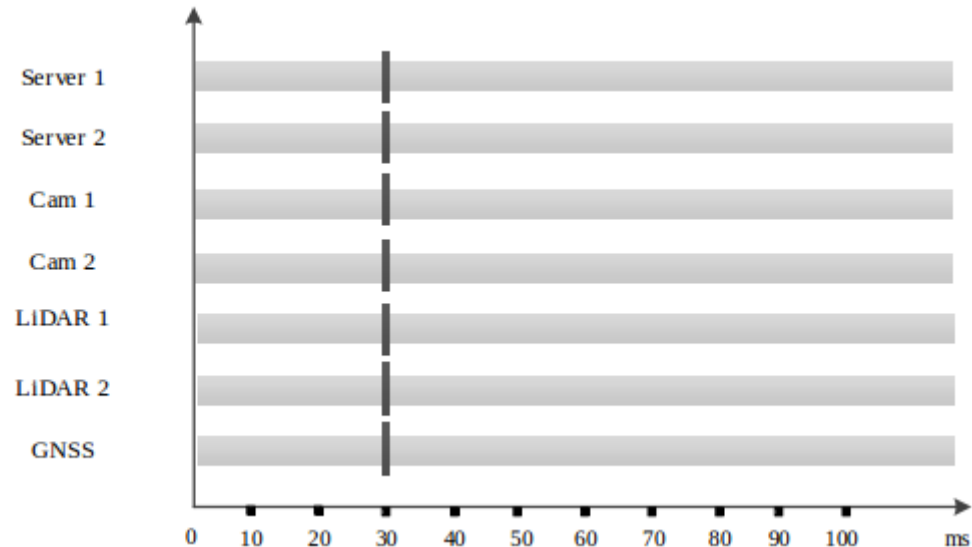
通常也可以称为惯性导航，其基本工作原理是以牛顿力学定律为基础，通过测量载体在惯性参考系的[加速度](#)，将它对[时间](#)进行积分，且把它变换到导航坐标系中，就能够得到在导航坐标系中的[速度](#)、[偏航角](#)和[位置](#)等信息。GNSS+IMU方案是一种最常用的涉及组合惯导系统的方案。

## 二、自动驾驶中的多传感器数据融合技术栈

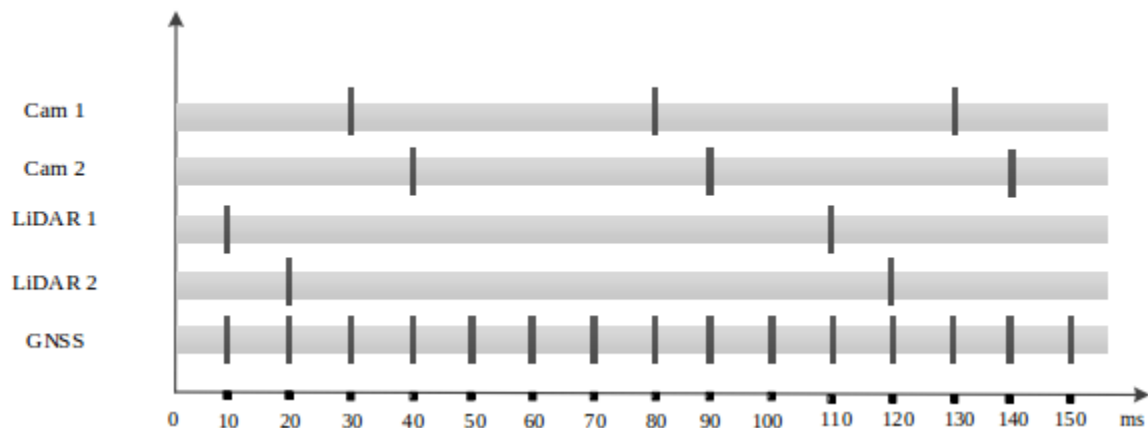
公众号：3D视觉工坊



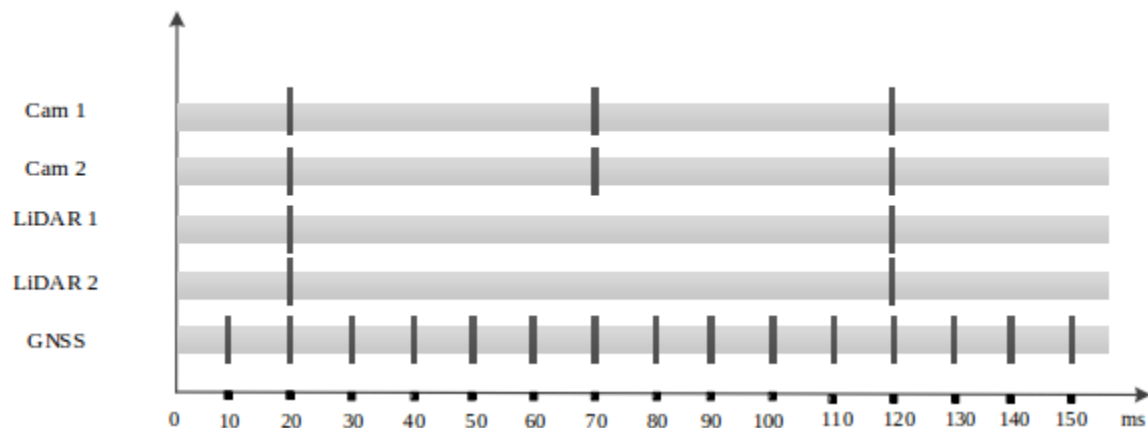
无时间同步



时间同步后



无同步触发



同步触发后





招聘中

### 传感器算法工程师 25-50K·13薪

上海 · 3-5年 · 硕士

五险一金

补充医疗保险

定期体检

年终奖

股票期权

带薪年假

免费班车

通讯补贴

...



贺女士

HR · 刚刚在线

微信扫码分享 感兴趣 举报

#### 职位描述

工作内容:

- 量产车的车载传感器的标定算法和平台方案开发
- 各类传感器之间的高精度时间同步方案开发
- 各类传感器(3D激光雷达,相机,GNSS,毫米波雷达等)的驱动开发和维护工作
- 多传感器融合方案开发
- 基于Nvidia Drive平台的算法移植和其他开发任务

Must Have:

1. 以C/C++为主要开发语言, 有Linux(ubuntu)和ROS开发经验, 代码风格良好
2. 相机或3D激光雷达的驱动或算法开发经验
3. 了解计算机架构, 了解自动驾驶或汽车工业

最新

### 多传感器数据融合算法... 20-40K·15薪

上海 · 经验不限 · 硕士



微信扫码分享 感兴趣 举报

#### 职位描述

工作职责:

- 1、开发超声波传感器, 摄像机, 雷达ADAS等多种传感器的传感器融合算法。

Develop sensor fusion algorithm of multiple sensors such as ultrasonic sensor, camera, radar.

- 2、开发符合汽车行业量产要求(鲁棒, 快速, 内存消耗少)的ADAS&AD解决方案。

Expected to develop state-of-the art solutions for ADAS&AD with automotive mindset (robust, fast, less memory consumption, etc.).

任职资格:

- 1、硕士以上学历, 数学, 计算机, 汽车, 工程等相关专业, 3年以上相关工作经验。

Master and above, major in Computer Science, Electronic Engineering, Mathematics or other related areas with 3 years working experiences.

- 2、具有C/C++的丰富经验, 并掌握数学, 概率框架方面的知识。

Handon experience on C/C++ and good knowledge in math, probabilistic framework.

- 3、在传感器融合(相机, 激光雷达, 雷达, 超声波传感器)和物体跟踪方面拥有3年的经验。

3 years experience in Sensor Fusion (camera, lidar, radar, sonar, etc.), and object tracking.



## 1. 课程大纲介绍

### 一、理论篇

1. 常用传感器硬件介绍
  - 1.1 Camera介绍
    - 1) 工作原理
    - 2) 在自动驾驶中的应用
  - 1.2 LiDAR介绍
    - 1) 工作原理
    - 2) 分类
    - 3) 在自动驾驶中的应用
  - 1.3 Radar介绍
    - 1) 工作原理
    - 2) 在自动驾驶中的应用
  - 1.4 IMU介绍
    - 1) 工作原理
    - 2) 在自动驾驶中的应用
  - 1.5 GNSS与RTK介绍
    - 1) GNSS与GPS
    - 2) RTK
    - 3) GNSS与RTK在自动驾驶中的应用
  - 1.6 其他类型传感器介绍
    - 1) 超声波雷达介绍
    - 2) 其他

2. 多传感器同步理论
  - 2.1 传感器间时间硬同步
    - 1) 传感器频率
    - 2) 硬件出发
  - 2.2 传感器间时间软同步
    - 1) 时间索引
    - 2) 时间插值
  - 2.2 传感器间空间同步
    - 1) 运动补偿
    - 2) 传感器标定
3. 多传感器信息融合理论
  - 3.1 信息融合的基本原理
    - 1) 传统融合方法
    - 2) 深度学习融合方法
  - 3.2 信息融合的体系框架
    - 1) 集中式
    - 2) 分布式
    - 3) 混合式
  - 3.3 信息融合的级别分类
    - 1) 数据融合
    - 2) 特征融合
    - 3) 目标融合

### 二、实战篇

1. 传感器间同步实战
  - 1.1 多相机间的同步实战
    - 1) 空间同步
  - 1.2 相机与IMU间的同步实战
  - 1.3 相机与LiDAR间的同步实战
    - 1) 时间同步
    - 2) 空间同步
  - 1.4 相机与Radar间的同步实战
  - 1.5 多LiDAR间的同步实战
    - 1) 空间同步
  - 1.6 LiDAR与IMU间的同步实战
  - 1.7 LiDAR与Radar间的同步实战
2. 传感器间信息融合实战
  - 2.1 多相机间的信息融合
  - 2.2 相机与IMU间的信息融合
  - 2.3 相机与LiDAR间的信息融合
  - 2.4 相机与Radar间的信息融合
  - 2.5 多LiDAR间的信息融合
  - 2.6 LiDAR与IMU间的信息融合
  - 2.7 LiDAR与Radar间的信息融合



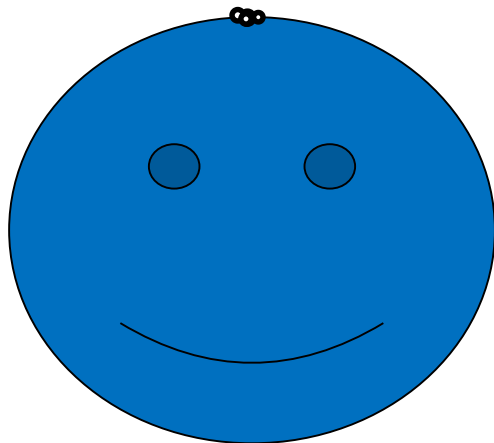
### 2. 课程亮点

常用传感器间离线标定  
与在线标定实战

常用传感器间时间  
同步与空间同步

更加接近工程应用

理论与实践结合更紧密





### 4. 如何学习该课程

- 熟悉基本的硬件特性以及基本参数，了解对应传感器的数据格式；
- 具备一定的编程基础，如C++，python；同时需要会使用Ros，便于实战课程的学习；
- 能够使用常用的开源库，如OpenCV, Eigen, Ceres等；
- 及时消化课程直播内容，根据举一反三去理解课程的内容；
- 学习和理解实战课的源码，并及时调试代码以及可视化过程，帮助理解，加深记忆；



### 4. 进阶路线

- ◆ 对于**2D-2D**，**3D-2D**，**3D-3D**，**非线性求解与优化**等基础知识深刻掌握；
- ◆ 熟悉自动驾驶行业中常用的**框架**，如Ros，Apollo等
- ◆ 熟练掌握常用多传感器融合方法：基于**图优化**的多传感器融合，基于**滤波器**的多传感器融合；
- ◆ 熟悉常用的**SLAM相关**的技术，如**VSLAM**，激光雷达**SLAM**，以及它们的变种，能够基于它们提高实际开发效率；
- ◆ 及时跟踪该领域**最新**的研究，如论文，硬件，**SLAM**方面新方法等；
- ◆ 建立个人的**技术交流圈**，经常与行业中技术道友交流，互相学习；（多与小牛，大牛交流）
- ◆ 定期逛逛一些主流的技术论坛，公众号，知识星球等，如刷刷国内外自动驾驶技术论坛；



# 互动时刻



购买该课程请扫描二维码



咨询课程请扫描二维码



**感谢聆听**

Thanks for Listening