

自动驾驶汽车如何进行距离估计？

随着科技的不断发展以及相关政策的不断推出，自动驾驶汽车得到了快速的发展及强有力的保障。但是自动驾驶汽车的发展始终离不开一个重要的目标，那就是保障自身的安全。

为了确保自动驾驶汽车的安全，即意味着自动驾驶汽车在行驶过程中不会撞到任何人或物，所以在汽车行驶过程中需要知道其周边物体和车辆本身之间的距离。为了实现这一目标，需要提前测量车辆前方障碍物与车辆之间的距离，从而保证自动驾驶汽车的安全性。

现自动驾驶汽车距离估计的方法有多种，它们必须遵循以下原则：

该方法具有准确性和稳定性；

基于不同的硬件和软件解决方案；

使用不同工作原理的传感器；

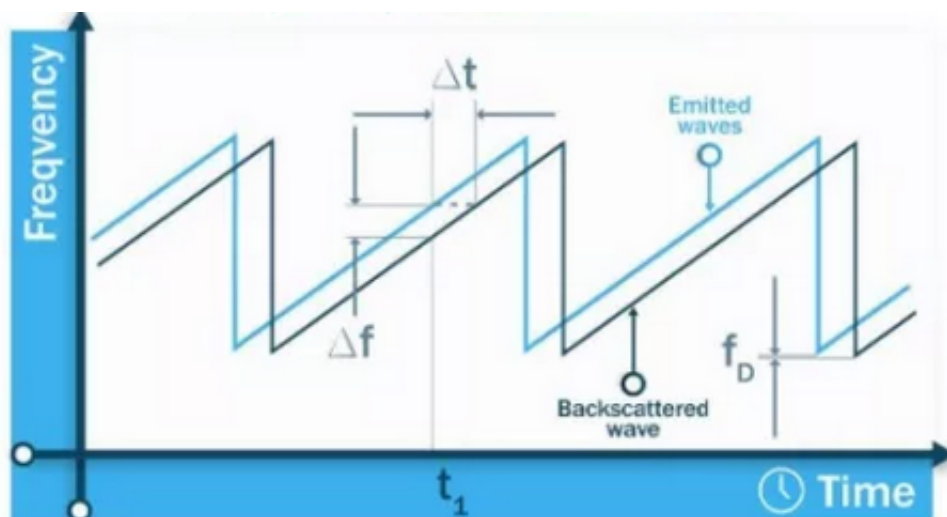
在做研究时，先假设要尽可能的少。

自动驾驶汽车实现距离估计的主要方法是使用传感器（如摄像头、雷达等）对车辆周边物体进行距离检测，从而实现距离估计的目的。其方法有如下几种：

1. 基于毫米波雷达的距离估计毫米波雷达在技术上已经非常成熟，最早开始应用于自适应巡航领域。在英飞凌推出24GHZ单片雷达方案之后，毫米波雷达被应用到了ADAS的各个模块中，在全球范围内，毫米波雷达的出货量达到了千万级。在自动驾驶汽车的距离估计中都使用了毫米波雷达作为传感器，来进行周边障碍物的识别和测距等工作。

如今，全球市场范围内的毫米波雷达份额主要被国外第一梯队的供应商垄断，如博世、大陆等，而随着国内市场的发展，像国内的华域汽车这样的供应商也都在布局发力毫米波雷达。据数据显示，2018年国内毫米波雷达的市场规模约为70亿，比2017年增长了一倍，而到今年2020年预计约为240亿，到2025年预计约为320亿。

毫米波雷达，即工作在毫米波段探测的雷达，其实质是电磁波，波长约为1 - 10mm，毫米波雷达通过将毫米波发射出去，然后接受回波，根据发射和接收的时间差来测得前方障碍物的位置和距离。基于毫米波雷达的距离估计方法，主要以FMCW调制方法来进行测量距离，其原理图如下所示：



其原理是通过振荡器来形成连续变化的信号，对于发出的信号和接收的信号，它们之间会形成频率差，而该频率差值与毫米波的发射时间和接收时间的差值之间呈线性相关，只需要测量频率差，就可以实现车辆与前方物体距离的测量估计。

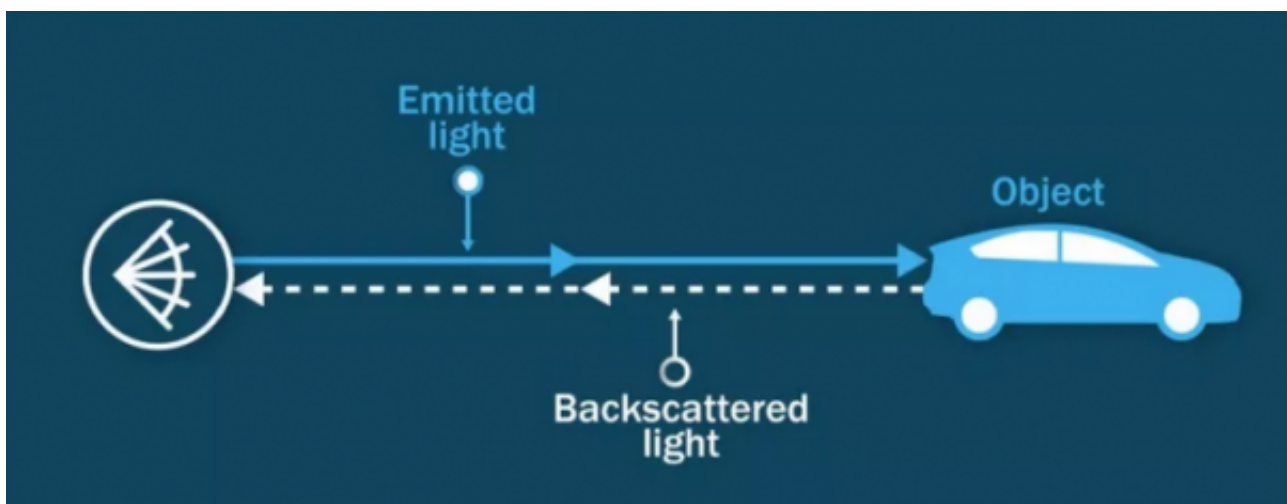
毫米波雷达在ADAS上应用广泛，主要用于自动紧急制动（AEB）、前方碰撞预警（FCW）、主动车道控制（ALC）、盲点监测（BSD）、变道辅助（LCA）等，其具有一定的抗干扰能力，易于穿透雨雪天气，适应性较好，可以全天候工作，技术相对成熟，成本较低等优势。但是也具有分辨率低等不足。毫米波雷达已经成为了自动驾驶汽车距离估计中不可或缺的主力传感器。

2. 基于激光雷达的距离估计随着自动驾驶汽车的不断演进，激光雷达由于其独特的3D环境建模，已经成为L3及以上自动驾驶汽车中必不可少的传感器。从机械式到混合固态，再到纯固态激光雷达，激光雷达的成本随着科技的发展在不断的降低，正在向小型化、ASIC集成化方向发展，将是自动驾驶传感器最核心的部分。激光雷达的类别如下图所示：



目前自动驾驶汽车测试车辆多数为机械式激光雷达，但是机械式激光雷达的成本高、且生产工艺复杂，寿命短，很难满足未来自动驾驶汽车苛刻的要求。混合固态激光雷达属于激光雷达由机械式向纯固态激光雷达过渡的中间产品，而固态激光雷达主要为MEMS、OPA和3D Flash三类，其调试可以实现自动化、且不存在机械式旋转部件，在成本、实用性方面有大幅提升，固态激光雷达必将是未来激光雷达发展的趋势。

基于激光雷达的自动驾驶汽车距离估计，其原理是是以激光作为载波，它是工作在光频波段的雷达。其工作原理是向被测物体发射激光束，然后将接收到的回波与发射信号进行比较，作适当处理后，获得被测物体的有关信息，如被测物体的距离、方位等信息。



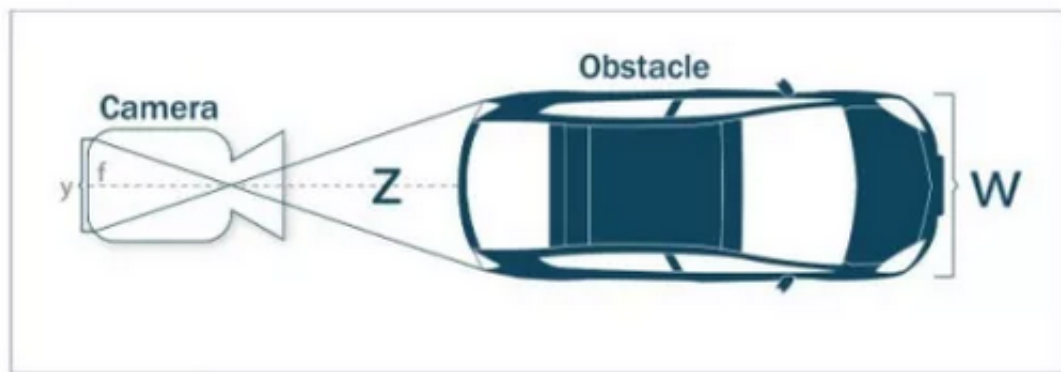
上图所示激光雷达为利用反射信号的折返时间计算距离，也有的激光雷达通过连续波调频（CWFM）的方法来进行距离估计。

激光雷达主要用于获取景深信息、障碍物检测、目标识别等，其主要优点是可以对周边物体进行3D建模，来形成高清图像，方便计算机进行处理和识别，还兼具方向性好、无电磁干扰、获取信息量全面以及探测精确等优点，但是容易受环境影响、不良天气下精度下降难以识别障碍物、且成本较高。

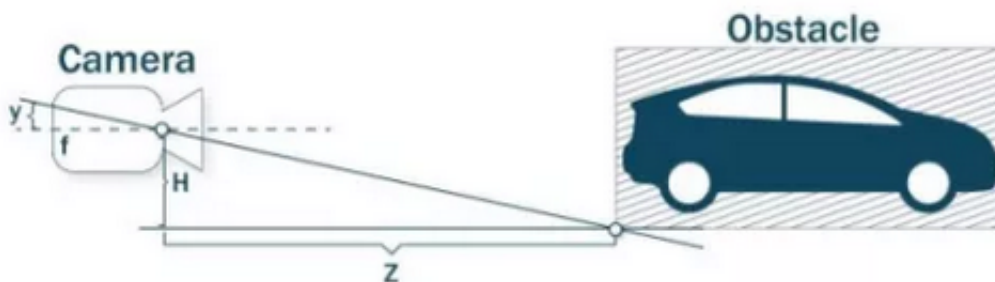
3. 基于摄像头的距离估计在自动驾驶汽车距离估计中，摄像头起着至关重要的作用，被称为自动驾驶的眼睛。摄像头技术最为成熟，在车辆上的应用最早，作为ADAS阶段主要的视觉传感器，包括单目摄像头、双目摄像头等。

摄像头具有独特的视觉影像功能，可以利用多个摄像头来对周边环境进行合成，还可以识别交通标志、行人等，可以作为其他传感器的冗余设备，提高自动驾驶汽车距离估计的准确性和安全性。摄像头主要由镜头采集图像，然后再由内部感光部件等将图像处理为数字信号，从而达到感知周边物体和行人的目的。它主要包括两种测量方法。

利用已知大小的物体进行距离估计通过已知的摄像头的大小和焦距，可以计算出物体之间的距离。



根据上图，已知 y ， f ，再根据相似三角形定理即可测出前方车辆的宽度和与摄像头之间的距离，从而达到利用摄像头测量前方车辆距离的目的。利用地平面进行距离估计将摄像头固定在车辆上，利用地平面进行距离估计。



已知摄像头的高度 H 以及 f ，路面的几何形状，便可以利用相似三角形定理测出物体之间的距离 z 。

摄像机由于其探测角度广、获取信息丰富、角度测量精确等优势广泛用于车辆及周边物体的距离估计、障碍物识别、车道线识别与跟踪、驾驶员状态监测等。但是其由于计算量大，对硬件的要求也高，导致系统的实时性较差，容易受环境、气候等方面的影响，从而导致无法获得深度信息。

4. 基于超声波传感器的距离估计自动驾驶汽车距离估计是使用传感器来进行测距和目标识别，超声波传感器作为车辆的主要传感器之一也得到了发展。超声波传感器主要应用于近距离的障碍物检测。

超声波传感器的工作原理是基于声波的传播方法，遵循同样的飞行时间的原则。并且其非常简单、便宜，体积小、重量轻、功耗低，可以工作在不同的条件下，环境适应性好。但是由于声速慢，导致FSP速率有限，仅适用于近距离工作，最远距离15米，其可靠性会随着车辆速度的增加而降低。

5. 基于红外传感器的距离估计 红外传感器作为车载传感器之一，在自动驾驶汽车距离估计也起到了一定的作用，它方面主要用于红外成像、红外夜视、障碍物探测等。

红外传感器主要具有快速数据处理、能够较为准确的识别到生物的优点，并且相比于其他传感器成本较低。但是其也具有方向性差、径向运动辨别力低、作用距离短等缺点。

6. 多传感器融合发展的距离估计 目前各个传感器都各自有其优缺点，随着自动驾驶进程的提速，单一传感器无法胜任自动驾驶技术对距离估计的严格要求，多传感器的融合发展必将成为未来车载传感器的发展趋势。现阶段各大厂商也都在积极布局，以最合理的方案来适应自动驾驶的潮流。

激光雷达、毫米波雷达、摄像头、超声波雷达等传感器的融合使用，可以充分结合各自的优点，发挥各自的特长，达到最优的效果。以最近较热的特斯拉为例，其L2

Autopilot2.0方案中就搭载了超声波雷达、毫米波雷达、摄像头等传感器，主要应用于高速公路和更拥堵的路面，可以根据交通情况调整车速，保持在车道内行驶，自动变换车道，从一条高速公路切换到另一条高速公路。又如知名豪车奥迪发布的A8 AI，更是搭载了多种传感器，包括四线激光雷达1个，超声波雷达12个，广角360度摄像头4个，前向摄像头1个，红外夜视摄像头1个和长、中距离毫米波雷达共5个，可见其综合了多种传感器的优势，极大的提升了该车自动驾驶的性能。

综上，随着自动驾驶汽车的迅速发展，ADAS在量产车市场的快速渗透，由于自动驾驶距离估计主要依靠车载传感器，故车载传感器市场的未来前景可观。不同的传感器的侧重功能有所不同，各有优点但也兼具不足。在自动驾驶汽车上同时搭载多种传感器，结合各自优点进行互补，必将成为未来的发展趋势。而自动驾驶汽车进行距离估计也离不开多传感器的融合发展。所以，未来自动驾驶汽车多传感器融合发展将是大势所趋，自动驾驶汽车的距离估计将会更加精确，车辆的安全性能将会得到更进一步的提升。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/155029.html>