

## 自动驾驶学习笔记（7） | 日益强大的视觉摄像头

### 引言

得益于计算机视觉技术的快速发展，汽车摄像头在自动驾驶中也扮演了越来越重要的角色。上一篇介绍的卷积神经网络通过数据集的训练可以完成目标的识别（classification），实际上自动驾驶摄像头还需要完成**实时多目标检测和跟踪（real time multi object detection and tracking）**，这些目标主要包括行人、车辆、可通行区域、道路边缘、道路标线、护栏、墙、交通标志等，这对摄像头视觉算法的精确度、速度和鲁棒性都提出了很高的要求。

本篇可以看做上一篇对摄像头视觉技术的延伸，主要介绍计算机视觉概述和摄像头在自动驾驶中的道路、车辆的检测和跟踪。

### 计算机视觉概述



计算机视觉 (Computer Vision) 是一门研究如何使机器 “看” 的科学，涉及数学、计算机图形学、数字信号处理等交叉学科，是深度学习最热门的研究领域。包含图像处理、滤波器、特征检测、目标检测与跟踪、三维重建、语义分割、实例分割等内容。广泛应用于交通监控、人脸识别、文字识别、医学影像分析、自动驾驶等。

计算机视觉方面的三大国际会议是ICCV, CVPR和ECCV，统称之为ICE。

ICCV：国际计算机视觉大会

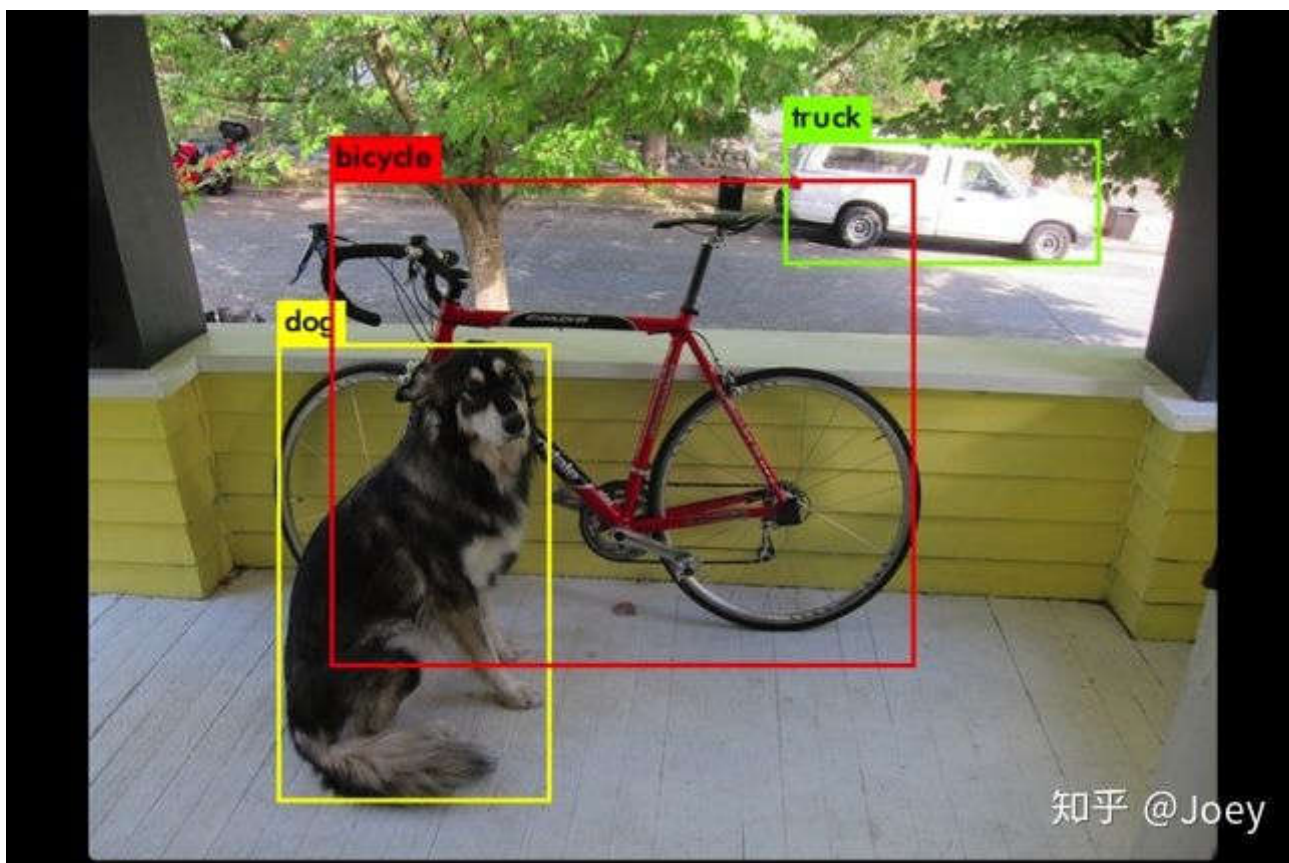
CVPR：国际计算机视觉与模式识别大会

ECCV：欧洲计算机视觉大会

在自动驾驶中，仅仅识别出目标的类别是不够的，还需要快速检测目标所属类别的概率、目标的大小、所处的位置等，并用方框 (bounding box) 实时标记。目标检测常见算法：RCNN、SPP-Net、Fast-RCNN、Faster-RCNN等。







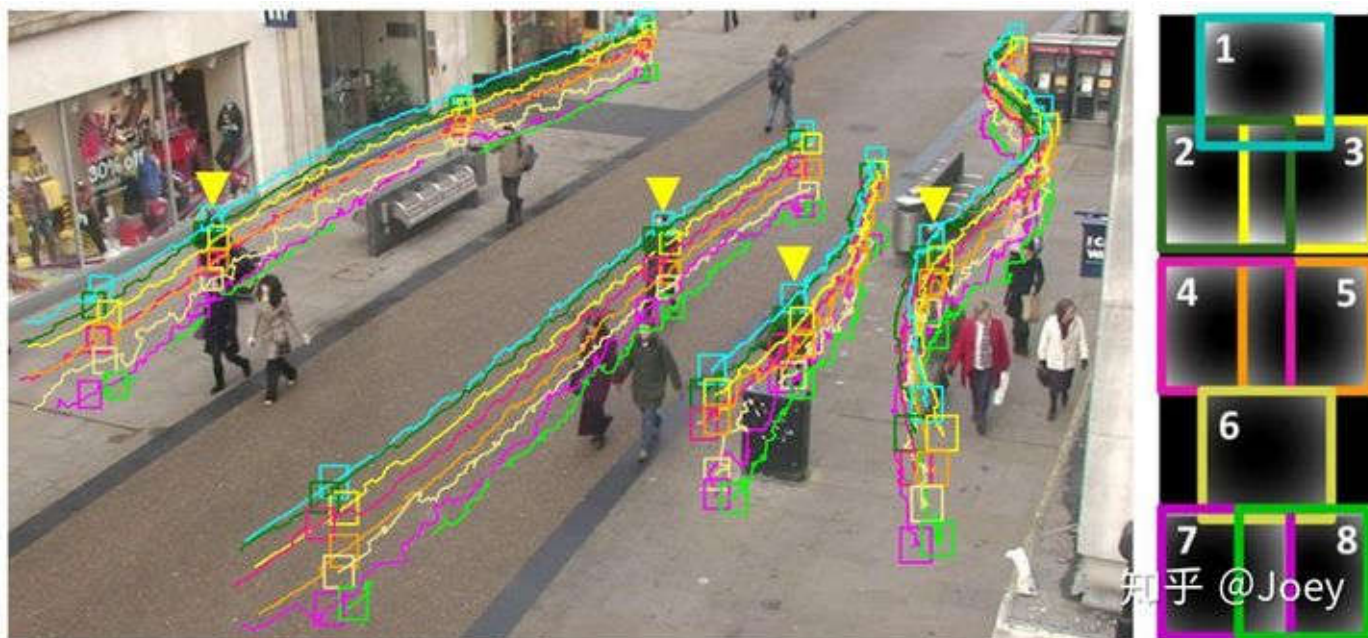
目标检测

图片来源：

## YOLO: Real-Time Object Detection

检测算法解决在哪里有什么的问题，跟踪算法解决这个目标去了哪里的问题。理论上可以对每一帧都运行检测算法，但是这样需要很大的计算资源，难以实现实时运用。因此在自动驾驶应用中，基本上都是先检测再跟踪。目标跟踪常见算法：生成算法和判别算法。生成算法在当前帧对目标区域建模，下一帧寻找与模型最相似的区域就是预测位置，比较著名的有卡尔曼滤波，粒子滤波，mean-shift等；判别算法也称为Tracking-by-Detection，区分目标和背景，性能更稳健，并逐渐成为目标跟踪的主要手段。





目标跟踪

图片来源：

[heartbeat.fritz.ai/the-...](https://heartbeat.fritz.ai/the-...)

## 自动驾驶前视摄像头

目前量产车辆上的前视摄像头按照镜头的个数分为单目摄像头、双目摄像头和三目摄像头，单目摄像头产品成熟稳定，缺点在于没法有效检测物体的距离（或者说精度不高）。双目摄像头模拟人类的眼睛，具备检测物体距离的能力。三目摄像头则利用多个摄像头不同的视距和视角组合，为自动驾驶提供更多环境信息，但是增加的摄像头使得需要处理的图像信号变多，信号融合也越复杂。不管几目摄像头，难点都在于目标检测的精度和稳定性。单目做到极致也可以一统天下的，比如Mobileye。

从博世官网看几个摄像头产品和参数吧。博世摄像头产品分为单目摄像头和双目摄像头。博世第二代多功能摄像头（MPC2）集成FPGA芯片，视距120m，水平视角（FOV）50度，每秒30帧图像，可识别彩色。可用于车道保持辅助、车道偏离报警、交通标志识别、自动远光灯控制等常见功能。博世双目摄像头

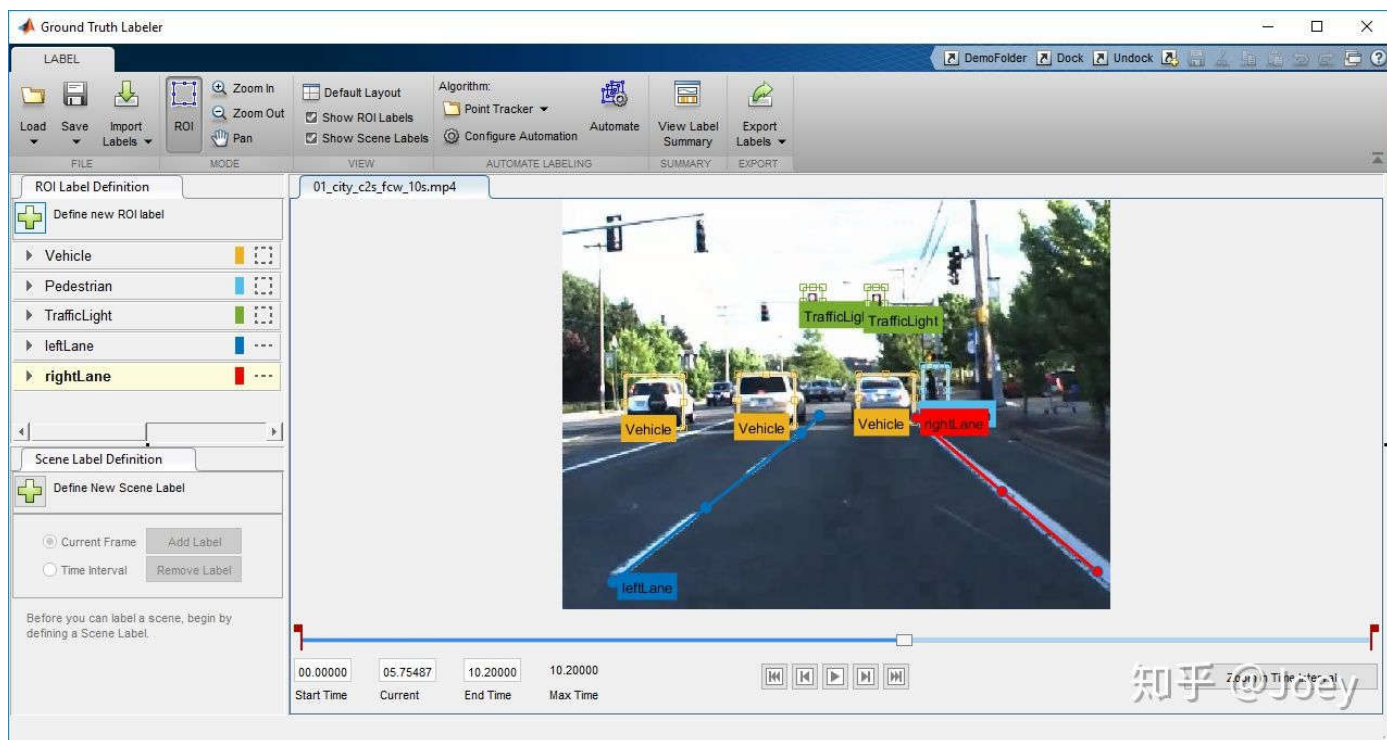
由于具备探测物体距离的能力，因此可以构建周边的3D感知环境（3D测量范围55m左右），可用于自动紧急刹车、自适应巡航、自动紧急避让、交通拥堵辅助等单目摄像头难以实现的功能。博世的摄像头还可以与毫米波雷达产品组合，提供更加全面的环境感知。

作为自动驾驶应用的摄像头，最基本也是最重要的功能就是车道线检测和车辆检测。车道线检测使得车辆可以保持在车道线之间，而车辆检测使得车辆在跟车过近时可以制动，这样汽车在横向和纵向上就有了自动驾驶的基础。

如何创建一个车道线检测器（Lane Detector）或车辆检测器（Vehicle Detector）呢？目前比较常见的是利用深度学习。首先设计一个神经网络（比如Faster R-CNN），然后创建训练集，也就是在一段视频中的每一帧图像都标出车辆或车道线，最后利用训练集对神经网络进行训练，训练得到的神经网络就具备了车道线和车辆检测的功能。其中最耗时的工作就是标注车辆或车道线。可以使用MATLAB自动驾驶工具箱的Ground Truth Labeler来加快车道线检测器或车辆检测器的生成。Ground Truth Labeler允许用户导入已有的检测器来自动化标注，也可以在人工标注几帧图像后利用KLT跟踪器（Kanade Lucas Tomasi tracker）来完成剩余图像的标注。







使用MATLAB创建自己的目标检测器

图片来源: [devblogs.nvidia.com/dee...](http://devblogs.nvidia.com/dee...)

由于车道线的图像具备一定的特征，因此对于车道线检测来说，除了深度学习，还可以使用传统计算机视觉（OpenCV）的方法来检测车道线。一幅图片经过灰度处理、边缘检测、区域选取、霍夫变换、道路曲线拟合等步骤来完成车道线检测，这里面的内容很多，有兴趣的读者请参考文献（优达学城/Github等）。**值得注意的是，真实世界环境复杂、道路情况各异，提高车道线检测的鲁棒性和准确性是难点所在。**比如在雨雪天气、太阳反射、树影遮挡、前方车辆遮挡、道路标线模糊/缺失、道路高低不平、进出匝道等情况下，如何使摄像头更加智能是需要持续研究的课题，解决的办法除了不断优化视觉算法，还可以通过传感器融合、结合高精地图等方法提供更多冗余信息。

完成了车道线检测或车辆检测，对于自动驾驶实时应用还得结合跟踪算法。在车道线检测或车辆检测完成后，系统运行复杂度低一些的跟踪算法（tracker），只有目标消失或跟踪一段时间后会重新运行一次检测算法。



## 结语

计算机视觉是一个很大的主题，也是一个前沿热点，在自动驾驶应用中必将发挥越来越重要的作用。本篇简单介绍了计算机视觉及其在自动驾驶中的应用，摄像头能做的实际上已经超出了想象，而其与毫米波雷达的融合（**优势互补**）则能提供更加精准的外界信息。后续的学习笔记将陆续介绍毫米波雷达以及传感器融合等绕不开的话题。

愿大家都能从学习中获得乐趣！

## 参考资料

[1][heartbeat.fritz.ai/the-...](https://heartbeat.fritz.ai/the-...)

[2][bosch-mobility-solutions.com](https://bosch-mobility-solutions.com)

---

