实验报告

AsureSkur

一、 实验内容:

a) Tusimple 车道线检测。

b) 编程语言：C 或者 C++，源代码见 lane.cpp

c) 除了图像的读入和输出外，中间过程不能调用任何库。

二、 实验原理:

a) 步骤:

i. Canny 边缘检测算法处理，获得图像轮廓

ii. 霍夫变换直线检测算法，投票筛选可能直线

iii. 使用 k-means 算法对霍夫变换确定的点对进行聚类

iv. 以 tusimple 格式将结果写为 json

b) Canny 边缘检测:

i. Canny 边缘检测算法是目前最为优秀的边缘检测算法，被广泛地使用在各种需要进行边缘检测的场合。在本实验中，将采用 Canny 边缘检测算法识别车道线轮廓，滤除图像中的无关细节。

ii. 算法介绍:

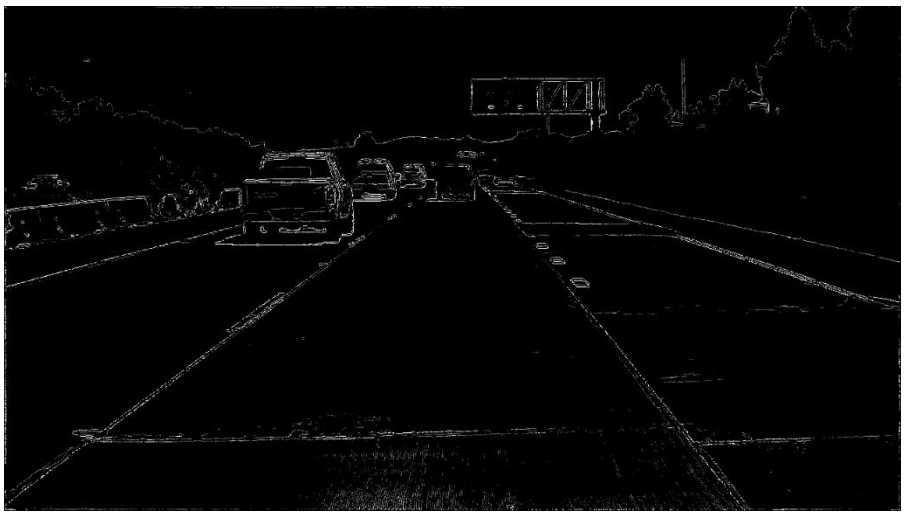
1. 使用高斯滤波器处理灰度图，滤除噪声

2. 用 sobel 算子得到图像的梯度幅值和方向

3. 从梯度方向上对图像的梯度幅值进行非极大值抑制

4. 用双阈值算法检测和连接边缘

iii. 效果示例：



c) 霍夫直线检测

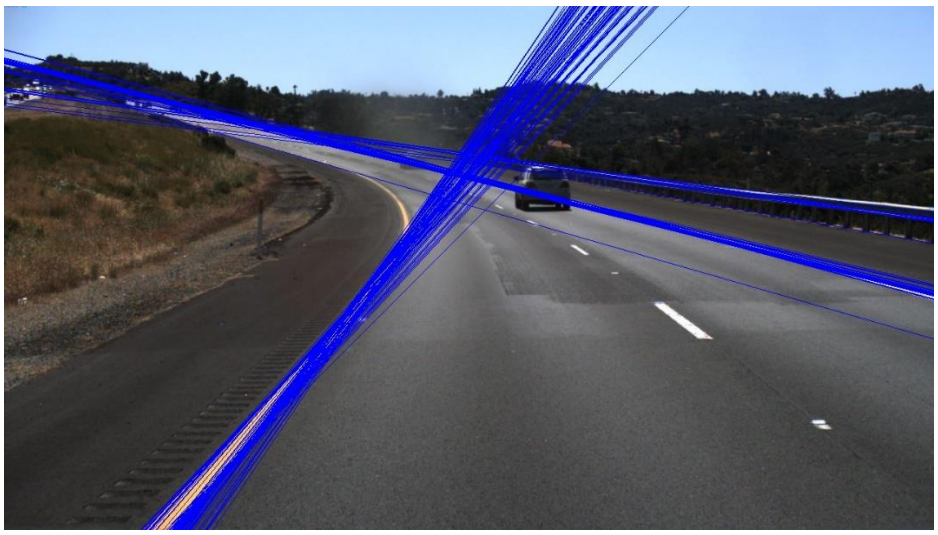
i. 霍夫变换是由 Paul Hough 提出的，图像处理领域检测几何形状的一种方法，通过参数空间变换，将几何形状检测问题转化为峰值统计问题。

ii. 霍夫变换直线检测：

1. 直角坐标系中的一条直线 y=kx+b，可以表示为参数空间的一个点对（r，θ）
2. 同时，直角坐标系中的一个点对（x，y），可以表示为参数空间中的一条 r=xcosθ+ysinθ
3. 将参数空间的 r 和θ若干等分，可以将参数空间分割为大小相同的离散空间
4. 遍历图像中的所有边缘点，将边缘点转换为参数空间中的曲线，每当曲线经过一个离散空间，就对该离散空间的计数器进行一次加一操作

5. 选择计数器超过设定阈值的离散空间，代表该离散空间的点对既是原图像空间中的一条可能直线；这里采用
6. 通过形态学和规则筛除一部分直线

iii. 效果示例：



d) K-means 聚类

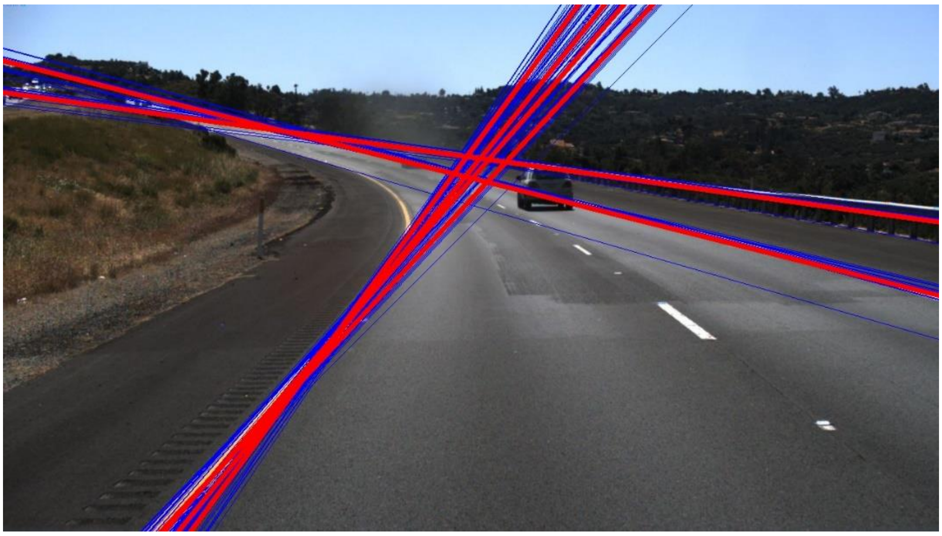
i. K-means 聚类

ii. 使用 K-means 聚类对霍夫变换点对进行聚类

1. 将霍夫变换点对集合按θ大小进行排序
2. 均匀选取 6 个初始聚类中心
3. 距离计算公式为 dist=sqrt((r/size)^2+(θ/180)^2)，其中 size 为图像对角线大小；也可以通过调整 size 大小来改变 r 和θ在距离计算中所占权重
4. 将所有霍夫变换点对分配到各聚类中
5. 计算新的聚类中心（均值）
6. 重复 4、5 两步直到各聚类中心不再改变

7. 注：如果循环过程中某聚类中的点对个数为 0，则直接删除此聚类

iii. 效果示例：



三、 实验结果：

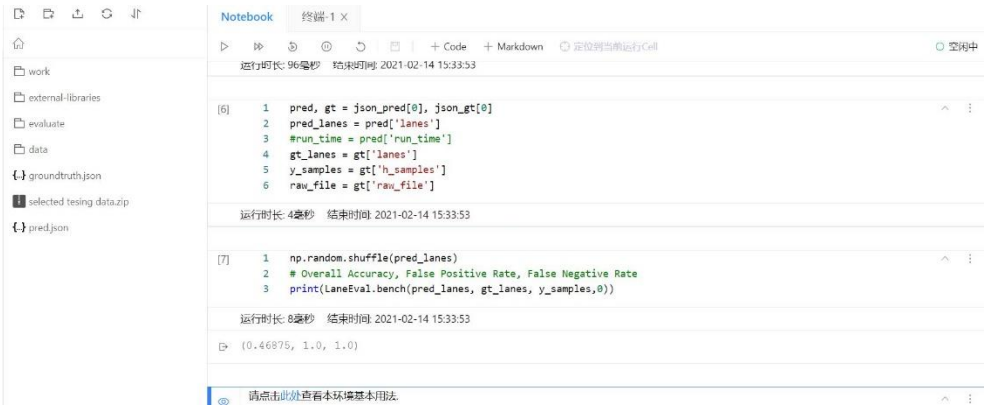
a) 输出结果：见 pred.json

输出示例：

{"lanes": [[-2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, 620, 633, 645, 658, 671, 684, 697, 710, 723, 736, 749], [-2, -2, -2, -2, -2, 652, 637, 622, 607, 592, 578, 563, 548, 533, 518, 503, 488, 474, 459, 444, 429, 414, 399, 384, 370, 355, 340, 325, 310, 295, 281, 266, 251, 236, 221, 206, 191, 177, 162, 147, 132, 117, 102, 88, 73, 58, 43, 28, 13, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2], [-2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, 442, 432, 421, 411, 400, 390, 379, 369, 358, 348, 337, 327, 316, 306, 295, 285, 274, 264, 253, 243, 232, 222, 211, 201, 190, 180, 169, 159, 149, 138, 128, 117, 107, 96, 86, 75, 65, 54], [-2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, 431, 423, 414, 405, 397, 388, 380, 371, 362, 354, 345, 337, 328, 319, 311, 302, 294, 285, 276, 268, 259, 251, 242, 234, 225, 216, 208, 199, 191, 182, 173, 165, 156, 148, 139, 130, 122, 113], [-2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, 476, 470, 463, 456, 450, 443, 436, 430, 423, 416, 410, 403, 397, 390, 383, 377, 370, 363, 357, 350, 343, 337, 330, 323, 317, 310, 303, 297, 290, 284, 277, 270, 264, 257, 250, 244, 237, 230, 224, 217, 210, 204, 197, 191, 184, 177], [-2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2, -2]], "h_samples": [160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300, 310, 320, 330, 340, 350, 360, 370, 380, 390, 400, 410, 420, 430, 440, 450, 460, 470, 480, 490, 500, 510, 520, 530, 540, 550, 560, 570, 580, 590, 600, 610, 620, 630, 640, 650, 660, 670, 680, 690, 700, 710], "raw_file": "clips/0531/1492626292371547028/20.jpg"}

b) 准确率：

经 tusimple 官方提供的 lane_demo.ipynb 检测，本程序对乐学中选取的 100 个用例检测的准确率为 46.875%



c) 结果分析：

i. 准确率不高

ii. 可能原因：

1. 使用霍夫变换检测直线的方式来判定车道线，会将所有类似直线的边缘判定为一条可能的车道线
2. 部分车道线存在弧度，不一定是直线
3. 部分车道线不连续，并且存在被车辆遮挡的情况
4. K-means 聚类不能很好地聚合点对

iii. 改进方法：

1. 对于霍夫变换确定的直线，用一定规则逐像素判定
2. 改进聚类的方式

四、 总结:

a) 本实验使用的纯数字图像方法检测车道线很难令人满意:

i. 容易将类似车道线的直线物体检测为车道线

ii. 车辆等中途阻断车道线的物体会严重影响车道线检测

iii. 不连续的、有弧度的、不同视角的车道线难以检测