

基于动态阈值的边沿检测法在赛道识别中的应用

摘要：在智能车比赛中，使用摄像头传感器来采集路面信息，可以获取大量的图像信息，这样需要好的算法滤除画面中的噪点，并正确的提取引导线。对图像信息处理结果的好坏直接影响到赛车控制。采用固定阈值二值化方法进行中心线寻找，缺点是寻找到的黑线长度会明显变小，前瞻性降低。本文提出了防串线识别方法可以正确提取引导线起始行中心，并且与动态阈值的边沿检测方法结合提取出黑色引导线。实验证明该方法的可靠性比固定阈值二值化方法高，具有一定的使用价值。

关键词：动态阈值，边沿检测，智能车寻迹

Edge detection based on Dynamic threshold to the Smart car track identification

Abstract:

In the smart car competition, using CMOS sensors to collect the road information, you can access a large number of image information. There must be a good algorithm to filter out the noise and extract the correct guide line. The results of image processing will directly impact on the smart car control. The drawback of the simple fixed threshold binarization method to find the centerline , the disadvantages is the length of the centerline will obviously be smaller, and also reduce the forward-looking. In this paper, the anti-string line identification method can accurately extract the starting line center of the guide line, and with the dynamic threshold method of edge detection to extract the black guide lines. Experiments prove that the reliability of this method is high than the fixed threshold Binarization method, it has a certain Practical value.

Key words: dynamic threshold, edge detection, smart car tracing.

1、引言

由于摄像头架设高度比较低，约为 29 厘米。摄像头采集到的图像在最近处黑色引导线和白色基板的灰度值相差比较大（一般大于 15），而画面较远端处的白点和黑点的灰度值相差比较小（一般小于 10），几乎很难分辨，这给黑线提取的前瞻性带来了很大的影响。前瞻距离越大，对于舵机和速度控制都有个提前量，可以抵消舵机的惯性延迟和提前加、减速；反之则给角度和速度控制都带来了影响。因此必须动态的调整阈值来提取引导线以提高赛车的前瞻性。本文采用防串线识别方法与动态阈值的方法的边沿检测相结合的方法，该方法在准确寻找起始

行，并进一步寻找其它行的中心上起到了一定的作用。

2、防串线识别方法

由引言可知，图像最后一行黑白色差值较大，受到干扰也较小，所以从图像最后一行开始向上寻找黑线比较准确。

由于摄像头所用镜头为一般镜头，其视野角度较小，在摄像头架设的较低时候，拍摄的画面会出现变形，一般是近处画面小，远处画面大，呈现梯形形状，如图 1 所示。图像最后一行一般不会将整个赛道包括进去。这样在赛车过弯道时，如果速度控制不当会出现侧滑现象，容易在视野中丢失黑线，使邻边的引导线进入视野，如图 2 所示未丢线前状态，图 3 所示过弯丢线后状态。这样如果没有有效的噪声滤波，会寻找到错误的黑线起始行，将错误的引导线误判为正确引导线，而串道走错方向冲出跑道，特别是在赛道间距离较小时误判机率会更高。

只有找到正确的黑线起始行，才能找到正确的引导线。对于部分参赛队使用 180 度广角镜头弥补近端画面较窄，尽量使得图像的最后一行包括整个赛道，这样即使在赛车过弯时候，黑线基本不会丢失，但近端画面变宽也增加了邻道进入画面的概率，画面容易出现两条引导线，对寻找起始行带来了困难，通过分析认为，选取广角镜头的方案不是最好的解决方法，可以通过程序来减小引导线丢失的机率。具体方法是：使用一般的镜头（非广角镜头），因其视角较小，摄取的画面最近处不能包括整个赛道。利用这点可以在车模放到赛道上未启动时，最近处画面只包括一条引导线，更有利于起始行的寻找，此时黑色引导线应当是在中央。启动后，赛车沿引导线切向速度 V_y 一般不会超过 8m/s ，而垂直引导线法向速度 V_x 一般很小，如下图 4 在直道上其法向速度 V_x 基本为零，在弯道时候法向速度 V_x 稍大一点。假设其法向速度 V_x 为 4m/s ；由于摄像头采集到每场画面时间间隔 20ms ，这样在弯道时候相邻两场图像时间内赛车侧滑的最大距离 $D = V_x * 20\text{ms} = 4 * 0.02 = 8\text{cm}$ ；由于画面最近行能采集到实际宽度为赛道的一半 30cm ，所以 D 只占了画面的 $8/30 = 27\%$ ；本车所采集的图像分辨率为 $68 * 39$ ，即一行 68 个点，共 39 行。所以在前后两场图像中最近行处黑色引导线的中心在 20ms 内最多相差点数（number）为 $68 * 27\% = 18$ 个点，如图 5 所示。

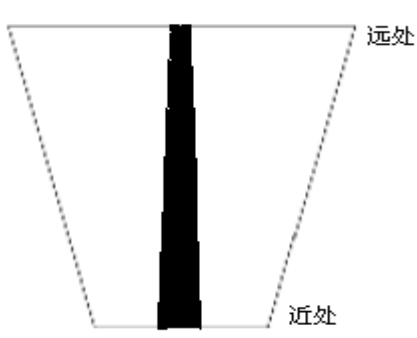


图 1 摄像头所采视图



图 2: 过弯未丢线前状态



图 3: 过弯丢线后状态

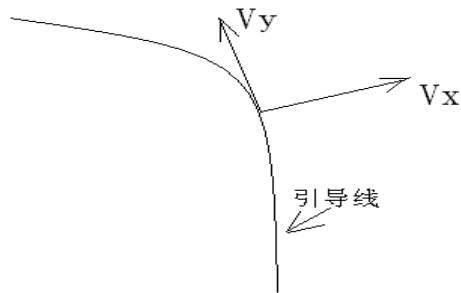


图 4: 速度分析图

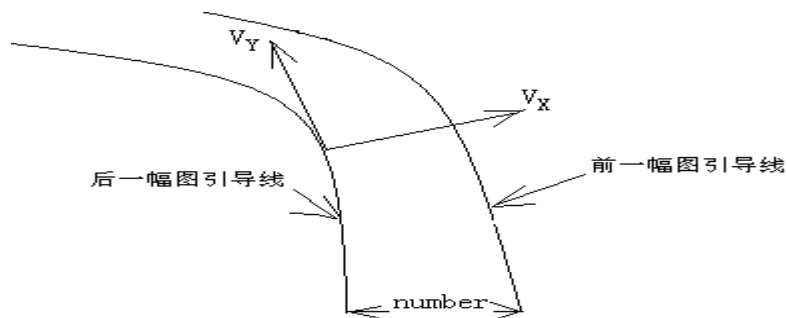


图 5: 速度分析对比图

用数组 $center[i]$ 按序存放找到的第 0 行至第 38 行的黑线中点。因一开始在放赛车时候黑色引导线是在车身正下方，所以在第一次寻找到黑线起始行 $center[i]$ 值一般在 25~43 之间；在程序初始化时赋给中间变量 $center0=34$ ($center0$ 代表前一副图像起始行的引导线中心位置)；根据判断条件： $center0$ 与 $center[i]$ 的差值绝对值，如果差值大于 18，则认为没找到正确的引导线，否则为找到正确引导线；若找到正确的引导线则将本次图像起始行 $center[i]$ 值赋给 $center0$ ；如此往复循环；这样可以有效的防止小车串线而冲出跑道，见流程图 6 起始行中心寻找流程图。

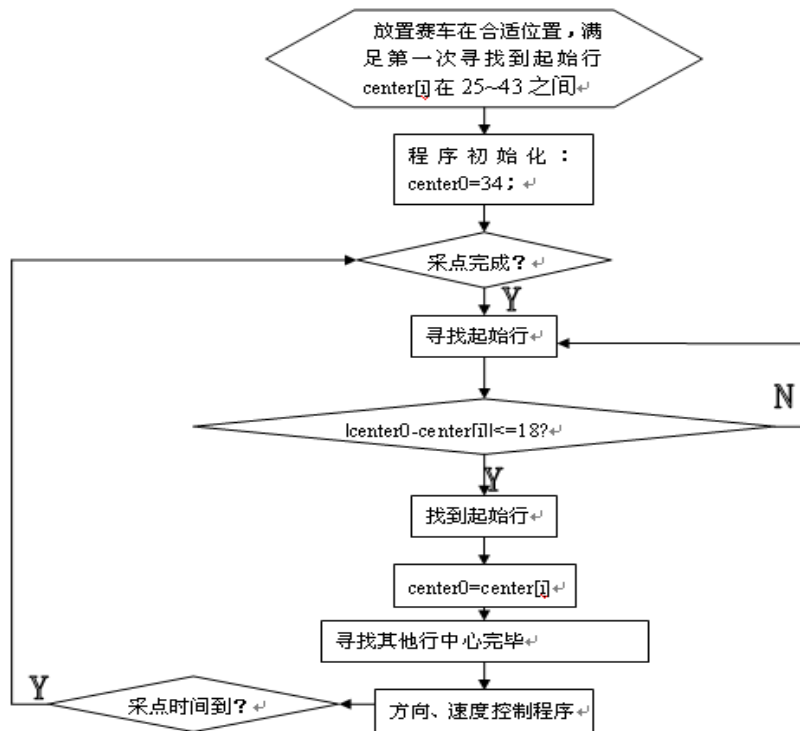


图 6：起始行中心寻找流程图

3、动态阈值的边沿检测寻找引导线其他行中心

动态阈值方法是在准确找到引导线起始行中心 $center[i]$ 之后，近处应用固定阈值在局部可能区域寻找黑线；在远处应用动态阈值在局部可能区域寻找黑线（见第⑥步）。在可能区域而不是全部区域寻找黑线，既可以消除图像中不与黑线相连的噪点或者邻道引导线干扰的影响，又可以减小搜索时间，提高算法效率。

具体方法如下：

用变量 $start$ 和 end 分别记录找到的黑线的起始点和终止点。 $left$ 和 $right$ 分别用于记录黑色区域的左右边界， $center[i] = (left + right) / 2$ 。

黑线中点提取算法步骤：

① 计算第 i 行黑白差值 dif

② 根据 dif 寻找可能引导线起始行边界 $left$ 和 $right$ ；由 $left$ 和 $right$ 计算黑线可能起始行中心 $center[i] = (left + right) / 2$ ；

③ 判断 $|center0 - center[i]| \leq 18$ ？成立转④，不成立 $i--$ ，转①

④ 找到真正黑线起始行中心， $start = i$ ；

⑤ $i--$ ；判断 $i > 0$ ？成立则执行下一步，否则结束寻找 $end = i$ 。

⑥ 找第 i 行在 $center[i]$ 处为黑点？是黑点则 $root = center[i]$ ，执行下一步；

不是黑点则计算 $center[i]$ 左右附近点 $center[i]+k$ 是否黑点 (k 为-3到3)? 附近点为黑点, 则 $root = center[i]+k$; 则重新计算 $i+1$ 行的 dif , (此处就是动态的调整阈值 dif), 跳至⑤;

⑦寻找 $root$ 左右对应的 $left$ 和 $right$ 并判断是否正确, 正确则执行下一步, 否则进入三角标志和交叉线程序判断。

⑧计算 $center[i] = (left+right)/2$; 跳至⑤。

如图 7 所示引导线寻找流程图。

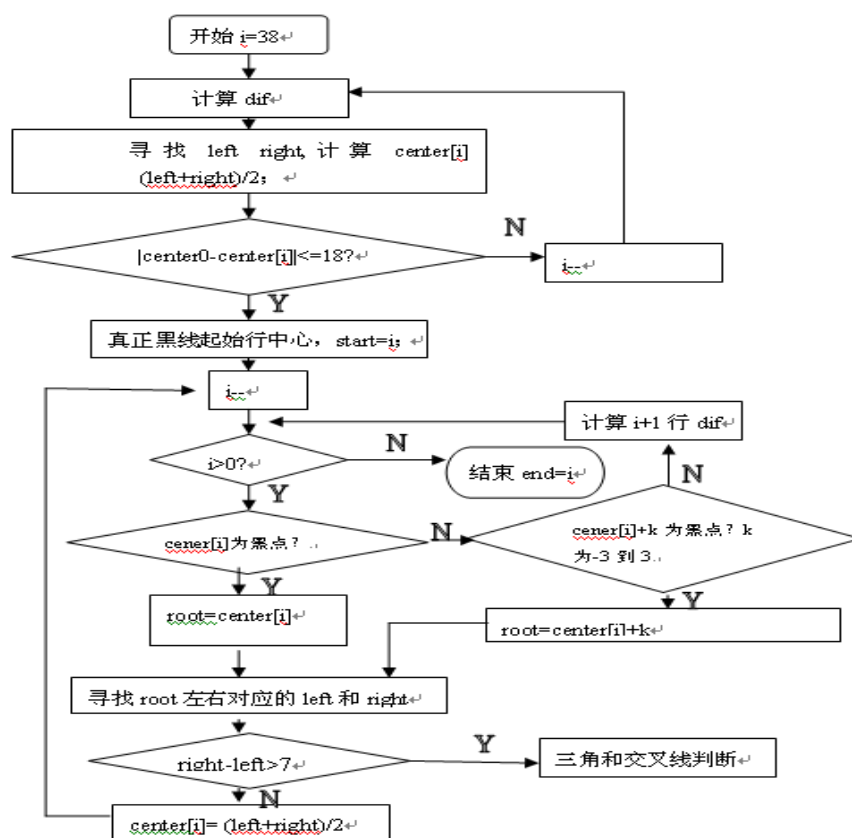


图 7: 引导线寻找流程图

4、结论

本文提出了防串线识别与动态阈值的边沿检测相结合的方法提取黑色引导线。通过实践证明了这种方法的抗干扰能力和对环境的适应能力都很强。可以对小车的正确行驶提供前瞻性好、准确性高的数据。

参考文献:

- [1] 机器视觉 张广军 编著 科学出版社 2005. 6. 1
- [2] 计算机视觉中的数学方法 吴福超编著 科学出版社 2008. 3. 1
- [3] 数字图像处理 (MATLAB 版) 冈萨雷斯 电子工业出版社 2005. 9. 1