

DOI:10.20035/j.issn.1671-2668.2022.05.007

基于时间插值法的交通事故车速鉴定方法研究*

赵丽丽, 唐阳山

(辽宁工业大学, 辽宁 锦州 121000)

摘要: 针对现有时间插值法在车速鉴定中假设目标车辆匀速行驶而未考虑到目标车辆在相邻两帧视频图像之间存在加速度的问题, 提出一种考虑目标车辆在相邻两帧图像之间存在加速度的时间插值法。首先选取目标车辆的同侧前、后车轮中心作为目标车辆特征点, 在视频中画一条虚拟参照线设定为虚拟参照物, 利用图像增强、去噪等技术提高图像质量; 再利用 Kinovea 软件快速获取目标车辆特征点及虚拟参照线的图像坐标; 最后利用考虑目标车辆在相邻两帧图像之间存在加速度的时间插值法对事故车辆行驶速度进行鉴定。实例验证结果表明, 该方法的车速鉴定误差比传统时间插值法的车速鉴定误差小 1.47%。

关键词: 交通安全; 交通事故; 时间插值法; 车速鉴定; 目标车辆; 图像处理; 虚拟参照线

中图分类号: U491.3

文献标志码: A

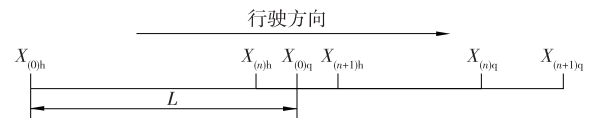
文章编号: 1671-2668(2022)05-0029-03

车速鉴定结果是对交通事故责任认定进行划分的重要依据, 而目前事故处理中面临的较大难题是事故车辆行驶速度的计算。传统的车速鉴定方法(如雷达检测器、地下线圈检测器等)较成熟, 但其成本较高, 且对于复杂交通事故难以精确测量。基于视频的车速鉴定方法不仅成本低, 而且可方便快捷地对车速进行鉴定, 还可还原交通事故发生场景, 从而对复杂的交通事故进行精确测量。何烈云提出利用直接线性变换法进行像方坐标系和物方坐标系转换, 由目标车辆特征点的像方坐标获得目标车辆特征点的物方坐标, 再利用视频帧间差分法测算车辆的行驶速度。Elnaz Vakili 等提出一种基于成像系统的几何形状和定义固心角的速度计算新方法, 通过提取视频帧, 在两帧中确定车牌在图像平面上的位置, 计算车牌图像中的像素数, 然后利用立体角关系计算两帧内车辆的位移和速度。张涛等采用 GA/T 643—2006《典型交通事故形态车辆行驶速度技术鉴定》推荐的计算方法、基于视频图像的计算方法及计算机再现仿真方法对一起交通事故进行了车速鉴定。和丽平介绍了时间插值法、距离插值法和网格法 3 种基于监控视频的车速鉴定方法, 得出现有时间插值法假设目标车辆匀速行驶, 忽略了视频图像帧间加速度, 距离插值法常用于视频出现“丢帧”的情况。为提高车速鉴定精度, 该文针对现有时间插值法因忽略目标车辆在相邻两帧视频图像之间

存在加速度而引起误差的不足, 提出考虑目标车辆在相邻两帧图像之间存在加速度的时间插值法。

1 交通事故车速鉴定方法

基于视频的车速计算方法主要分为基于固定式视频图像和基于车载式视频图像的车辆行驶速度计算方法, 这里主要研究基于固定式视频图像的车辆行驶速度计算方法。文献[5]采用的时间插值法是在假定车辆做匀速运动的基础上进行的, 然而当司机发现要发生事故前会进行紧急制动, 大多数情况下是做变速运动, 为提高车速计算精度, 在传统时间插值法中融入加速度。选择车辆的前、后轮中心作为特征点。车速计算模型见图 1。



$X_{(0)q}$ 、 $X_{(0)h}$ 分别为前、后轮中心在第一帧图像时的横坐标; $X_{(n)q}$ 、 $X_{(n)h}$ 分别为前、后轮中心在第 n 帧图像时的横坐标; $X_{(n+1)q}$ 、 $X_{(n+1)h}$ 分别为前、后轮中心在第 $n+1$ 帧图像时的横坐标; L 为前、后轮中心之间的距离, 为一个特征长度

图 1 时间插值法车速计算模型示意图

当车辆行驶到第 n 帧图像时后轮中心位置在 $X_{(n)q}$ 之后, 行驶到第 $n+1$ 帧图像时在 $X_{(n)q}$ 之前, 很难与 $X_{(n)q}$ 重合, 需在 $n \sim (n+1)$ 帧图像之间进行插值计算, 求出两个特征点重合的时间。

* 基金项目: 辽宁省教育厅基础科研项目(JJL20195410)

1.1 传统的时间插值法

使用传统的时间插值法计算多个连续车速。设视频的帧速率为 f , α 为 $X_{(0)q}$ 与 $X_{(n)h}$ 或 $X_{(n+1)h}$ 重合前的整帧数量, 则目标车辆行驶一个特征长度的时间为:

$$\Delta t = \frac{1}{f} \left(\alpha + \frac{X_{(0)q} - X_{(n)h}}{X_{(n+1)h} - X_{(n)h}} \right) \quad (1)$$

目标车辆行驶一个特征长度的平均速度为:

$$v = \frac{3.6fL}{\alpha + (X_{(0)q} - X_{(n)h}) / (X_{(n+1)h} - X_{(n)h})} \quad (2)$$

随着目标车辆一直向前行驶, 以视频的第二帧为起点, 重复上述过程, 可计算出多个连续帧间车速 v_m 。设共计算出 j 个车速。

1.2 优化的时间插值法

利用融合相邻两帧图像之间加速度的时间插值法, 对上述运用传统时间插值法求得的 j 个车速进行修正。步骤如下:

(1) 按式(3)求第 k 个加速度。

$$a_k = \frac{v_{k+1} - v_k}{t_{k+1} + t_k} \quad (3)$$

(2) 按式(4)求平均加速度。

$$\bar{a} = \frac{\sum_{k=1}^{j-1} a_k}{j-1} \quad (4)$$

(3) 按式(5)对车辆行驶一个特征长度的时间进行修正。

$$\Delta t' = \frac{\alpha}{f} + \frac{\sqrt{v_{fq}^2 + 2\bar{a}L[(X_{q1} - X_{bn}) / (X_{q1} - X_{h1})]} - v_{fq}}{\bar{a}} \quad (5)$$

式中: α 为车辆行驶一个特征长度内整数帧的个数; v_{fq} 为前轮中心行驶一个特征长度后, 其前一帧图像时的车速(如车辆在第 1 帧图像到第 6 帧图像之间走完一个特征长度, 则 v_{fq} 为第 5 帧图像时的车速); X_{q1} 、 X_{h1} 分别为车辆行驶一个特征长度时首帧的前、后轮中心的横坐标; X_{bn} 为车辆行驶一个特征长度时第 n 帧的后轮中心的横坐标。

(4) 按式(6)求车辆在整帧时刻的车速。

$$v_n = v_k + \frac{\sum_{k=1}^{j-1} a_k \times (n - ft_k)}{f(j-1)} \quad (6)$$

式中: v_n 为车辆在第 n 帧的速度; v_k 为 v_m 中时间上离 v_n 最近的车速; t_k 为 v_k 对应的时间。

(5) 按式(7)对车辆行驶一个特征长度的车速进行矫正。

$$v'_m = 3.6Lf \sum_{k=1}^{j-1} a_k / [\alpha \sum_{k=1}^{j-1} a_k + (j-1) \cdot f(\sqrt{v_{fq}^2 + 2\bar{a}L[(X_{q1} - X_{bn}) / (X_{q1} - X_{h1})]} - v_{fq})] \quad (7)$$

2 提高视频图像质量与效率

文献[6]选取的特征点为车尾线, 文献[7]选取的特征点为车厢前后连接点, 文献[8]选取的特征点为轮胎接地点。这里选取目标车辆的车轮中心为特征点进行车速计算, 需获取车轮中心的坐标位置。

2.1 提高视频图像质量

车轮表面污渍、天气状况、照明条件等会导致采集的图像存在一定干扰和噪声, 需对图像进行预处理, 突出车辆图像的有用信息, 消除或减少无用信息, 初步提升视频图像质量。图像增强处理的目的在于突出图像中感兴趣的成分, 使原来不清晰的图像变得清晰。在对车轮中心进行标定前对采集到的图像进行质量增强处理, 如先对图 2(a)所示彩色图像进行灰度化处理[见图 2(b)], 然后对灰度图像进行图像增强、图像去噪[见图 2(c)、(d)], 增强图像质量。

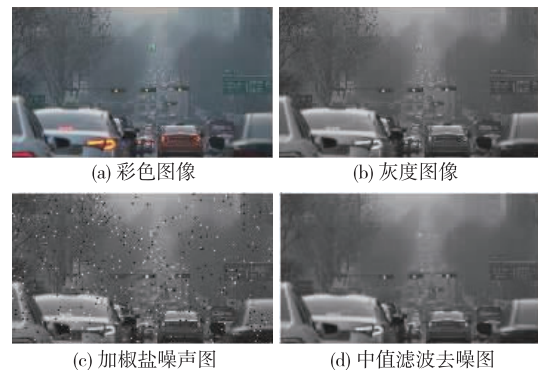


图 2 图像增强处理

2.2 提高视频图像处理效率

ROI 即感兴趣区域, 为包含目标的区域, 通过 ROI 定位选择车轮为感兴趣区域可大大减少后面的运算量。为此, 通过 ROI 定位对图像进行适当裁剪, 提高视频图像处理效率。为方便处理, 把 RGB 真彩色图像转化为灰度图像, 然后通过上述图像质量增强技术进行图像增强, 最后利用 Kinovea 软件

快速获取视频图像中目标车辆特征点及虚拟参照线的图像坐标。

3 实例验证

3.1 基本案情

2012年3月1日上午8点,杨某某驾驶小型轿车沿某市某区某街道由北向南行驶,与张某某驾驶的沿该街道由南向北行驶的三轮车发生碰撞,造成杨某某和张某某受伤及两车受损的道路交通事故。

3.2 设置虚拟线

通过观察视频中目标车辆的行驶特点,在适当位置设置虚拟线,虚拟线设置方案见图3。目标车辆行驶至第4帧图像时,目标车辆后轮中心位于第0帧图像目标车辆前轮之前,而目标车辆行驶至第5帧图像时,目标车辆后轮中心位于第0帧图像目标车辆前轮之后,故在第4帧图像与第5帧图像之间进行插值,利用前述优化时间插值法计算车速。



图3 设定虚拟参照线

3.3 车速计算

先利用ROI定位技术选择感兴趣区域,然后利用图像处理技术对视频图像质量进行增强,最后利用Kinovea软件获取目标车辆特征点及虚拟参照线的图像坐标。分别利用传统时间插值法和优化时间插值法对车速进行鉴定,传统时间插值法鉴定的车速为58.65 km/h,优化时间插值法鉴定的车速为59.53 km/h。事故车辆的实际车速为60 km/h,与传统时间插值法鉴定车速相比,优化时间插值法车速鉴定误差降低1.47%,说明文中方法具有一定

的有效性。

4 结论

利用图像预处理及图像增强、图像去噪等技术提高图像质量,再利用Kinovea软件获取目标车辆特征点及虚拟参照线的图像坐标,可避免因图像质量噪声问题带来的误差,提高特征点的坐标标定精度。利用文中提出的考虑目标车辆在相邻两帧图像之间存在加速度的时间插值法对目标车辆进行行驶速度鉴定,可提高交通事故车辆速度鉴定精度。

参考文献:

- [1] 何烈云.基于直接线性变换法的视频图像车速测算技术[J].科学技术与工程,2017,17(19):172-176.
- [2] ELNAZ Vakili, MARYAM Shoaran, MOHAMMAD R Sarmadi. Single-camera vehicle speed measurement using the geometry of the imaging system[J]. Multimedia Tools and Applications, 2020, 79(27/28):19307-19327.
- [3] 张涛,邵智存,周伯贞,等.道路交通事故车辆行驶速度鉴定研究[J].河北农机,2021,47(10):74-75.
- [4] 和丽平.针对视频监控设备鉴定常规车速的方法及拓展[J].法制博览,2021,10(17):118-119.
- [5] 许国洪,刘宏飞.道路交通事故分析与处理[M].北京:人民交通出版社股份有限公司,2019.
- [6] 张重德,张崇巍.一种提高视频车速检测精度的方法[J].上海交通大学学报,2010,44(10):1439-1443.
- [7] XIAO Xianbo. Vehicle speed detection based on video image processing[C]//Proceedings of 2010 International Conference on Computational Intelligence and Vehicular System(CIVS2010), 2010:323-325.
- [8] 刘虹伯.基于视频的道路交通事故分析方法研究[D].西安:长安大学,2019.
- [9] 刘阳,刘超,许宝卉,等.视觉技术在圆孔识别定位中的应用[J].仪表技术与传感器,2021,28(7):108-116.
- [10] 杨杰,占君,周至清,等.MATLAB图像函数查询使用手册[M].北京:电子工业出版社,2017.
- [11] 冯浩,潘少猷,陈建国.基于视频的车速鉴定方法[J].中国司法鉴定,2009(5):46-48+54.
- [12] 纪伟,程刚.基于视频图像方法推断鉴定交通事故中车辆是否有闯红灯行为[J].法制与社会,2018(20):53-54.
- [13] 戴耀辉.道路交通事故车速鉴定方法分析与应用研究[D].西安:长安大学,2011.