

Study on the Factors Affecting the Calculation of Actual Vehicle Speed by the Longitudinal Distance of Reference Object in Driving Recorder

Tengyuan FANG¹, Tianyuan HAN¹, Xuan LI¹, Yuan JIAO²

¹Chang'an University, Xi'an, China

²Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an, China

Email: 641736919@qq.com

Abstract: The driving recorder can completely record the image information of the longitudinal driving section of the vehicle before the accident, and obtain the accurate vehicle driving speed by solving the video of the driving recorder, which is of great significance for the fair, scientific and reasonable responsibility of the traffic accident. However, the perspective relationship formed by the distance of the longitudinal distance of the reference object in the space will lead to calculation deviation, affecting the calculation result of the vehicle speed, and limiting its application and promotion. Based on this, this paper designs a cruise speed of 30km/h, 50km/h, 70km/h, and the longitudinal distance between the reference object and the driving recorder is 1-20m, with an interval of 1m, and explores the longitudinal distance of the reference object to the driving recorder. The impact of vehicle speed calculation. Interpolation calculation based on matlab, fitting the longitudinal distance of the reference object, calculating the relationship between the vehicle speed and the actual vehicle speed. The experimental results show that the closer the reference object is to the longitudinal distance of the vehicle, the higher the vehicle speed is, the smaller the deviation of the calculated vehicle speed is. When the vehicle speed is 30km/h~70km/h and the longitudinal distance is less than 15m, the fitted vehicle speed relation is It has high precision and can be used to correct the deviation caused by the traditional method of vehicle speed calculation, which is conducive to the fairness of traffic accidents.

Keywords: automobile speed calculation; reference longitudinal distance; driving recorder; influencing factor

行车记录仪中参照物纵向距离 对实际车速计算的影响因素研究

方腾源¹, 韩天园¹, 李旋¹, 焦渊²

¹长安大学, 西安, 中国, 710000

²西安建筑科技大学, 西安, 中国, 710000

Email: 641736919@qq.com

摘 要: 行车记录仪能完整地记录事故发生前车辆纵向行驶路段的图像信息, 通过解算行车记录仪视频, 得到较为准确的车辆行驶速度, 对交通事故公正、科学、合理定责具有重要意义。然而参照物纵向距离的远近在空间上形成的透视关系会导致计算偏差, 影响车速计算结果, 限制了其应用与推广。基于此, 本文设计了巡航车速分别为 30km/h、50km/h、70km/h, 参照物与行车记录仪纵向距离范围为 1~20m, 间隔 1m 的实验, 探究参照物纵向距离对行车记录仪车速计算的影响。基于 matlab 进行插值计算, 拟合出参照物纵向距离、计算车速与实际车速的关系式。实验结果表明在一定下, 参照物与车辆纵向距离越近, 车速越高, 计算车速的偏差越小, 在车速为 30km/h~70km/h, 纵向距离小于 15m 时, 拟合的车速关系式具有较高的精度, 可用于修正传统方法车速计算时产生的偏差, 有利于交通事故公正定责。

关键词: 车速计算; 参照物纵向距离; 行车记录仪; 影响因素

1 引言

行驶车速是影响道路交通安全最重要的因素之一,在道路交通事故发生后车速的鉴定对事故还原和责任判定尤为重要。基于视频录像的车速鉴定可视性好、操作性强,是交通事故车速检测的重要途径之一,但由于其受纵向空间透视关系的影响,其计算结果的准确性还有待提高^[1]。

国内外对视频测速方法做了大量的研究。W Czajewski 等人使用摄像机识别车牌,进而确定图像中车辆位置的与时间的变化而得到行驶车速,这种比商用雷达测速更加准确^[2];J Lan 等人基于改进的三帧差分算法和灰度约束光流算法,通过车辆轮廓的光流值计算行驶速度,不仅减小了计算量还提高了测速的准确性^[3];S Doğan 等人通过研究该信息视频帧图像的校准和方向参数与对象空间的关系,用像素单位测量跟踪点的位移向量,用帧数转换为时间计算出这些点的速度矢量,实现了从未经校准的摄像机的侧面图像中估计车辆行驶速度^[4]。任述明等基于局部视频图像,将车辆帧间移动的像素行映射为对应的实际距离计算行驶车速,该方法易于操作简单,且有较高的检测精度^[5];李鹏基于平面单应性矩阵的摄像机标定算法,通过摄像机标定对检测区域进行网格划分,然后进行车辆速度的检测,平均测速准确率达 90%以上^[6];宋涛等人提出了通过光流分析得到车辆移动特征点,进而计算车辆运动矢量的一种基于视频流的车辆速度估计方法,并通过实验验证了该估计算法具有良好的稳定性^[7];许燕霞等人以地面网格为固定参考系对摄像机进行标定,利用再标定的摄像机去抖动方法,有效的消除了摄像机抖动带来的测量误差,减少了速度检测误差。实验结果表明,该方法的误差小于 1%^[8]。

自《中华人民共和国道路交通安全法实施条例(2017 修订)》实施以来,越来越多的地方强制要求车辆安装行车记录仪,加快了行车记录仪的普及,也促进了行车记录仪在事故鉴定、车速检测等领域的研究。对行车记录仪的解算与分析,可提取车辆运动轨迹及行驶速度等信息^[9]。Zhao Yuqing 等人基于行车记录仪提供的准确数据重建了汽车与骑车人的碰撞过程还原了车辆制动的过程,研究了 AEB 系统的性能和局限性^[10]。陈荣保等人在车载摄像头视频图像中选取适当的图像帧来获得车辆的相对位移及对应的时间间隔,进而计算出车辆行驶过程中前方车辆的行驶状态^[11]。Jong-Hyuk Kim 提出了一种将虚拟平面和虚拟参考线应用于行车记录仪图像视频的车辆速度估计方法,并通过与 Vbox 检测速度比较,验证了该方法的可靠性^[12]。He Zhiwei 等提出了一种根据跟踪像素位置确定车辆相对应的在世界坐标系中的实际位置的计算模型,因此可获得连续图像帧之间的实际距离和时间周期,而计算出车辆的速度。该模型被用于嵌入式交通信息采集系统中,结果表明了所提出方法的简单而准确^[13]。陈伟等人基于行车记录仪,并配合三维激光扫描仪确定地面参考坐标系,建立了相对二维坐标系和图片像素坐标系之间的变换关系,这种车速计算方式在一定车速范围误差保持在 10%之内^[14]。何烈云采用直接线性变换法实现了像方坐标系和物方坐标系的相互转换,对目标车辆进行精确定位,提高了视频图像车速测算的精度。但在实践中,因为标定点、计算方法及目标车辆特点选取不当,容易造成测算值和实际有偏离^[15]。陈冬鑫研究了不同类型的行车记录仪的道路事故信息挖掘和车速及事故场景的重建技术,提出了基于行车记录仪的速度重建的不足,类如很难准确计算车辆开始紧急制动瞬间的车速^[16]。

相较于固定摄像机图像测速的精准度,基于行车记录仪的车速检测有更大的偏差。本文将基于实验,探究在不同车速下参照物纵向距离对行车记录仪车速计算的影响,研究车速计算误差、实际行驶车速与参照物纵向距离的关系。

2 基于行车记录仪的车速计算方法

行车记录仪视频能够完成地记录车辆行驶路线上的各种图像信息,易于选取合适的车速计算路段以及满足计算需求的参照物,应选择实际尺寸已知且图像较为清晰的物体作为参照物,如道路标志线等。然后使视频中车辆行驶至少参照物一个长度,由于此过程时间极短,认为车辆做匀速运动,根据 $V=S/T$,求出车辆行驶速度。

2.1 传统计算方法

《基于视频图像的车辆行驶速度技术鉴定》(GA/T 1133-2014)^[17]给出了基于行车记录仪视频,利用道路环境参照物距离计算车辆行驶速度的方法。首先获取视频帧率 f ,然后选取计算所需的道路环境参照物并测量参照物实际长度 S' 接着设定目标车辆行驶方向上的一个特征点,记录目标车辆特征点通过道路环境参照物所用图像帧数 $n = (n_1, n_2)$, 其中 $n_1 < n_2$, 则目标车辆此时的行驶速度 v :

$$\begin{cases} v < \frac{S'}{t \times n_1} = \frac{S'f}{n_1} \\ v > \frac{S'}{t \times n_2} = \frac{S'f}{n_2} \end{cases} \quad (1)$$

若采用摄影测量等技术能够精确测量目标车辆在 N 帧内的行驶距离 S 时，目标车辆的行驶车速为：

$$v = \frac{S}{t \times N} = \frac{Sf}{N} \quad (2)$$

2.2 改进的计算方法

由于不能保证目标车辆特征点在 N 帧内恰好行驶两个道路环境参照物的距离 S' ，利用 1.1 的计算方法无法确定该时刻的目标车辆的精确行驶速度，不利于研究参照物纵向距离对行车记录仪车速计算的影响。因此，本文给出了一种更为精确的车速计算方法，此方法不受环境条件约束，可求得当前时刻车辆行驶速度的精确值：

(1) 获取行车记录仪视频的帧率 f ；

(2) 选取目标车辆行驶方向上的两个道路环境参照点 A,B 并设置一条空间基准线 M，初始时刻空间基准线 M 与参照点 A 重合，如图 1 所示；



Figure 1. initial moment of calculation
图 1. 计算初始时刻

(3) 保持空间基准线 M 位置不动，记录从初始时刻到参照点 B 恰好没超过空间基准线 M 的帧数 n ，同时记录参照点 B 与空间基准线 M 之间的像素点差 m_1 ，如图 2 所示；



Figure 2. initial moment of calculation
图 2. 后参照点前帧

(4) 记录参照点 B 恰好超过空间基准线 M 时与空间基准线 M 之间的像素点差 m_2 ，如图 3 所示；

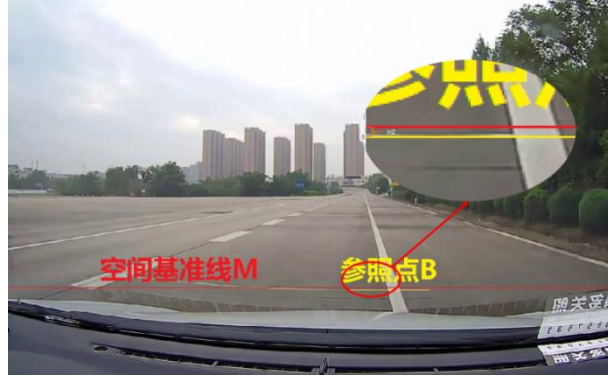


Figure 3. the next frame of calculation

图 3. 后参照点后帧

- (5) 测量两个道路环境参照点 A,B 的实际距离 L ;
- (6) 目标车辆通过两个道路环境参照点 A,B 时的行驶速度 v :

$$v = \frac{L}{t} = \frac{L}{\left(n + \frac{m_1}{m_1 + m_2}\right) / f} = \frac{Lf}{n + \frac{m_1}{m_1 + m_2}} \quad (3)$$

2.3 基于视频集成解算系统法

基于上述改进的车速计算方法,通过人工计算可以得到车辆行驶速度的精确值,人工计算因其对技术、专业素质等要求较低,实现过程较为容易,目前任是使用最普遍的计算手段。依据 2.1 中的计算原理,传统的基于行车记录仪视频图像计算车辆行驶速度可以满足在一定需求下的车速计算。然而,由于该计算过程都是采取全程人工操作,无法计算某些场景下的车速,对于连续车速的计算工作量巨大,同时也存在着操作误差大、可重复性差、效率低等问题,因此难以通过人工法研究参照物纵向距离对行车记录仪车速计算的影响。

由于人工计算的局限性,长安大学的魏朗等人在集成相关开放格式转换系统的基础上,应用图像识别算法、映射计算方法、最优化理论方法和摄影测量原理等开发了一套实用型“视频图像车辆行驶速度集成解算系统 (Truthview VACAR V1)”,该系统包括“录像视频图像规格化集成预处理子系统”、“现场基本信息数据录入与存储子系统”、“透视参照关系标定子系统”、“目标车辆行驶速度解算子系统”和“目标车辆行驶速度解算数据信息输出子系统”五个子系统。该系统可用于解算多种条件下的车辆行驶速度。

基于此系统对行车记录仪视频图像的车速计算可有效避免人为操纵的误差,提高解算效率与精度,保证数据的一致性。具体计算过程如下:

- (1) 目标车辆在每个解算周期内的瞬时车速 v :

$$v = \frac{S_i}{T} \quad (4)$$

其中, S_i 为目标车辆在第 i 个解算周期内的实际移动距离值, T 为解算周期的时长。

- (2) 目标车辆在第 i 个解算周期内的实际移动距离值 S_i :

$$S_i = \frac{L_{P_i P_{i+k}}}{L_{A_i B_i}} S \quad (5)$$

其中, $L_{A_i B_i}$ 为第 i 帧待解算图像中参照物特征点之间的长度, $L_{P_i P_{i+k}}$ 为第 i 帧待解算图像中的参照物特征点 P_i 与第 $i+k$ 帧待解算图像中参照物的特征点 P_{i+k} 之间逻辑坐标的直线距离, S 为参照物实际长度。对于采用深

度区间一维约束双特征点设置子模块或深/广度区间二维约束双特征点设置子模块在待解算图像中设定了两个参照物特征点时， L_{AB_i} 为第 i 帧待解算图像中路旁已知长度的物体两端或设置在已知长度的所述目标车辆的两端的两个参照物特征点之间的长度， $L_{P_i P_{i+k}}$ 为两个特征点中任意一个特征点在第 i 帧与第 $i+k$ 帧中逻辑坐标的直线距离。

(3) 解算周期 k 计算方法：

当采用深度区间一维约束双特征点设置子模块或深度或广度区间二维约束双特征点设置子模块在待解算图像中设定了两个参照物特征点时，解算周期计算模块采用下式获得解算周期 k ，单位为帧：

$$\{k = |i - j| \mid \min L_{AB_j}; i \in [1, p], j \in [1, p]\} \quad (6)$$

其中， A 、 B 为设置在路旁已知长度的物体两端或设置在已知长度的所述目标车辆 两端的两个参照物特征点， A 为参照物第一特征点， B 为参照物第二特征点， A_i 为第 i 帧待解算图像中第一特征点的逻辑坐标， B_j 为第 j 帧待解算图像中第二特征点的逻辑坐标， L_{AB_j} 为第 i 帧待解算图像中第一特征点与第 j 帧待解算图像中第二特征点之间逻辑坐标的直线距离， p 为待解算图像的总数。

(4) 根据每帧待解算图像中所述的参照物特征点的逻辑坐标值以及每帧待解算图像的时间信息，获得参照物特征点的时间位置矩阵计算判别参数 H ：

$$H = \frac{3L_{P_i P_{i+1}}}{\sum_{k=i-1}^{i+2} L_{P_k P_{k+1}}} \quad (7)$$

其中， $L_{P_i P_{i+1}}$ 为第 i 帧待解算图像中的参照物特征点 P_i 与 $i+1$ 帧待解算图像中参照物特征点 P_{i+1} 之间逻辑坐标的直线距离， $L_{P_k P_{k+1}}$ 为第 k 帧待解算图像中的参照物特征点 P_k 与第 $k+1$ 帧待解算图像中参照物的特征点 P_{k+1} 之间逻辑坐标的直线距离， $i = (1, 2, \dots, p-2)$ ， p 为待解算图像的总数。

由于相邻两帧之间时间极短(如视频帧率为 $f=25$ 时， $t=0.04s$)，车辆运动状态可近似为匀速直线运动，故建立录像视频丢帧动态判别准则如上式。

(5) 若 $H > 1.5$ ，则修正时间位置矩阵的第 1 行的所有元素，采用下式获得修正后的时间位置矩阵第 1 行第 p 个元素 $W'(1, n)$ ：

$$W'(1, n) = W'(1, n) + \frac{1}{f} \quad (8)$$

其中， W 为时间位置矩阵， f 为所述现场录像视频的帧率。

计算机辅助计算系统达到了有效规范解算流程、控制人为操作误差、提高解算效率和精度、保证数据一致性的有益技术效果，同时能够输出连续的车辆行驶速度，解决了传统人工对帧法无法计算的视频“跳帧”，部分参照物被遮挡等问题，提高了视频计算系统对各种场景车速计算的适用性。但其也存在对于某些简单场景类型计算不够灵活，对操作人员技术要求较高等问题。

无论是传统对帧法还是视频集成解算系统，都未考虑车辆在纵向行驶方向上由于透视关系对车速计算产生的影响，大量车速计算的数据表明，此影响不可忽略。

3 实验设计

由于纵向空间透视关系，车辆在行驶过程中与参照物纵向距离会影响行车记录仪的拍摄视角 θ ，导致“远小近大”现象，如图 4 所示。这种关系会对计算的结果产生一定影响，实验目的就是探究这种影响对车速计算带来的变化规律。

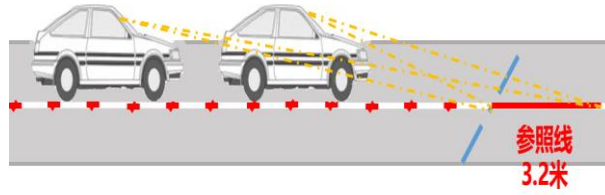


Figure 4. Longitudinal perspective relationship
图 4.纵向透视关系

3.1 实验流程

由于城市道路一般限速为 60km/h，因此本实验采用汽车巡航模式分别沿固定车道以 30km/h、50km/h 和 70km/h 三组车速行驶，每组车速重复 5 次实验。如图 5 所示，车辆前部行车方向中心处装有行车记录仪，帧率为 30 帧（仪器①）用于提供车辆行驶录像以计算车速，道路外固定摄像机（仪器②）拍摄实验场景全局用于实时监测车辆实际行驶速度。对应汽车行驶车道共设置了 20 组纵向间距为 1 米的道路标记并放置红外线计时器用于记录车辆通过标志线的时刻。行车记录仪和摄像机启动时刻一致，以保证图像中某一相同时刻对应空间位置一致。实验默认车辆横向偏移度为零，忽略天气影响。

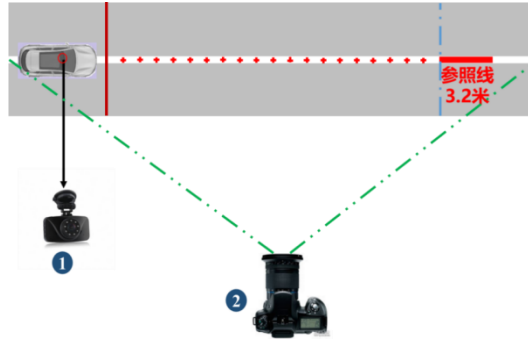


Figure5. Experimental scene diagram
图 5.实验场景示意图

车辆达到预定巡航车速 V_y 并稳定行驶后，实验开始。行车记录仪记录车辆经过标记点的时刻，摄像头检测的车速 V_s 计算实际车速。由于设计原因，车辆实际车速比仪表盘车速 V_y 大 5% 左右，因此需利用道路外固定摄像机实时监测车辆实际行驶速度，实验规定实时车速与设定的巡航车速偏差在 5% 以内为有效实验，实验流程如图 6 所示。

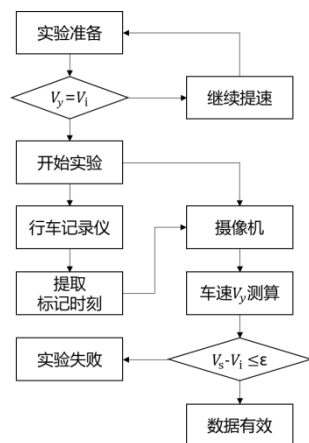


Figure 6. Experimental flow chart

图 6.实验流程图

3.2 数据提取

本实验中相关数据信息分别来自车速仪表盘车速数据、红外线计时器、摄像机视频录像以及行车记录仪视频录像。车速仪表盘读取预定车速 V_i ，用于标定实际行驶速度，红外线计时器记录车辆通过所有道路标记对应的时刻 t ，用于确定车辆与标志物的纵向距离，摄像机录制视频用于检测车辆实际行驶速度，保证数据的有效性，行车记录仪录制的视频用于计算车辆行驶速度。



Figure 7. laboratory apparatus

图 7.实验仪器

3.3 数据处理

利用 2.3 节介绍的“视频图像车辆行驶速度集成解算系统”如图 8 所示，可以准确地利用固定摄像头拍摄的视频，根据视频中车辆轴距长度进行车速解算，经实验验证其车速计算误差率低于 5%，因此可以用本次实验道路外摄像机拍摄的视频来监测实验车辆经过实验路段时的车速以确保实验数据的准确性。利用此系统得到的预定车速 V_i 为 30km/h、50km/h、70km/h 时摄像机检测车速 V_s (km/h) 结果如图 9 所示。

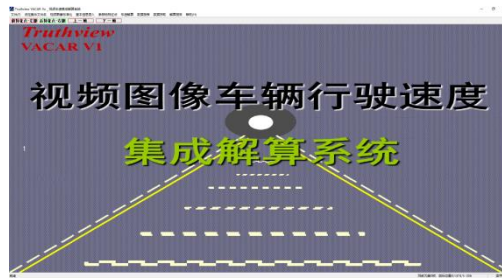


Figure 8. Truthview VACAR V1
图 8. 视频图像车辆行驶速度集成解算系统

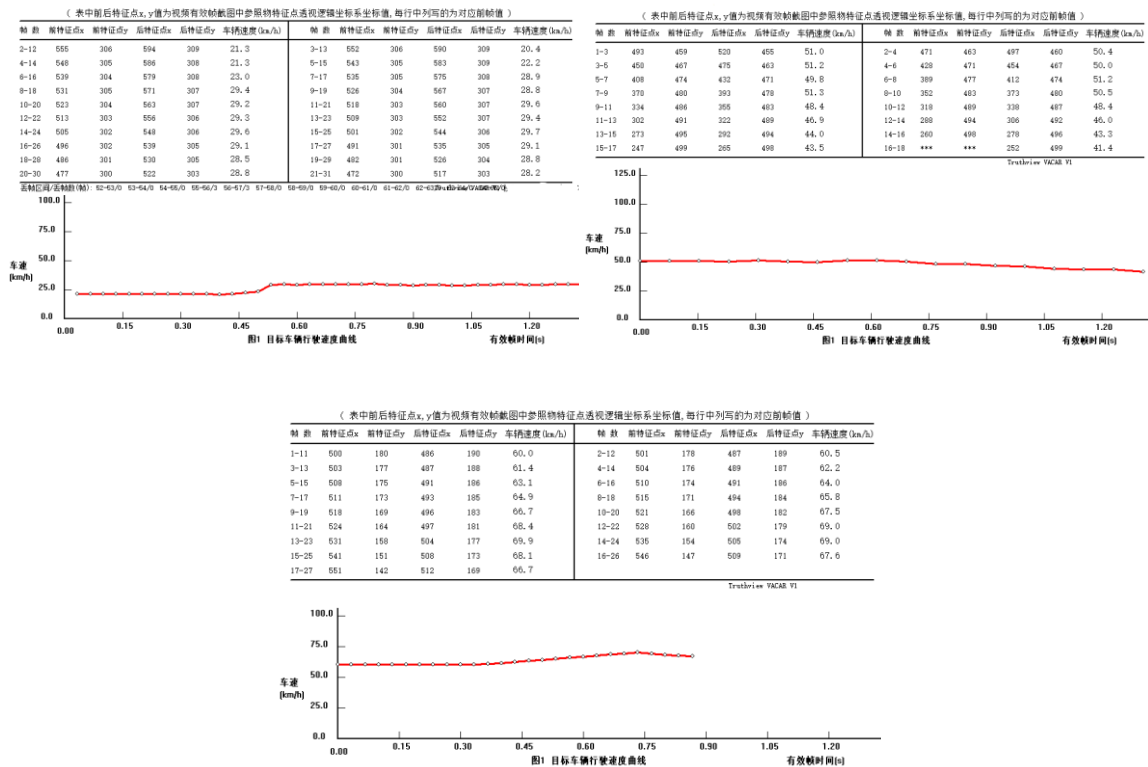


Figure 9. Actual speed detection
图 9. 实际车速检测图

从图中信息分析可知,在车速稳定后,摄像机检测车速 V_s (km/h) 与预定巡航车速 V_y 的误差在允许范围内,故此次实验数据为有效数据。

根据上文 2.1 以及 2.2 中介绍的计算原理,利用行车记录仪视频录像计算出车速 V_x (km/h),以及 V_x 相对于 V 的偏差,如表 1, 2, 3 所示。

Table 1. $V_i=30\text{km/h}$ Calculate vehicle speed and deviation table

表 1. V_i 为 30km/h 计算车速与偏差表

纵向距离 (m)	巡航车速 V (km/h)	行车记录仪计算车速 V_x (km/h)	偏差%
20	30	23.0	23.3
19		23.9	20.3
18		24.3	19.0
17		23.7	21.0
16		25.0	16.7
15		25.5	15.0
14		25.9	13.7
13		26.3	12.3
12		26.5	11.7
11		26.7	11.0
10		27.0	10.0
9		26.5	11.7
8		27.5	8.3
7		27.9	7.0
6		28.3	5.7
5		28.8	4.0
4		29.2	2.7
3		29.6	1.3
2		29.8	0.7
1		30.1	0.3

Table 2. $V_i=50\text{km/h}$ Calculate vehicle speed and deviation table
表 2. V_i 为 50km/h 计算车速与偏差表

纵向距离 (m)	巡航车速 V (km/h)	行车记录仪计算车速 V_x (km/h)	偏差%
20	50	37.5	25.0
19		38.4	23.2
18		39.3	21.4
17		40.2	19.6
16		40.3	19.4
15		40.4	19.2
14		40.8	18.4
13		41.6	16.8
12		41.9	16.2
11		42.1	15.8
10		41.6	16.8
9		42.8	14.4
8		43.7	12.6
7		44.6	10.8
6		45.8	8.4
5		46.3	7.4
4		47.2	5.6
3		48.1	3.8
2		49.6	0.8
1		51.0	2.0

Table 3. $V_i=70\text{km/h}$ Calculate vehicle speed and deviation table
表 3. V_i 为 70km/h 计算车速与偏差表

纵向距离 (m)	巡航车速 V (km/h)	行车记录仪计算车速 V_x (km/h)	偏差%
20	70	62.9	10.1
19		63.8	8.9
18		64.7	7.8
17		65.5	6.4
16		64.9	7.3
15		66.4	5.1
14		66.7	4.7
13		66.8	4.6
12		66.9	4.4
11		67.1	4.1
10		67.5	3.6
9		68.1	2.7
8		68.8	1.7
7		70.1	0.1
6		71.4	2.0
5		71.6	2.4
4		71.6	2.3
3		71.3	1.9
2		71.0	1.4
1		70.5	0.7

由表中数据分析可得,纵向距离越小,计算偏差越小,且在相同条件下车速越快,计算偏差越小。

4 实验分析

4.1 实验数据分析

由摄像头检测车速数据分析,在实验中车辆近似以巡航速度行驶,满足实验误差要求。当车辆行驶速度一定时,参照物纵向距离越小,基于行车记录仪检测的车速值越大且越接近真实车速值,随着参照物纵向距离增大,检测的车速偏差也随之增大,为 30km/h 、 50km/h 、 70km/h 的计算车速与偏差如图 10,11,12 所示。

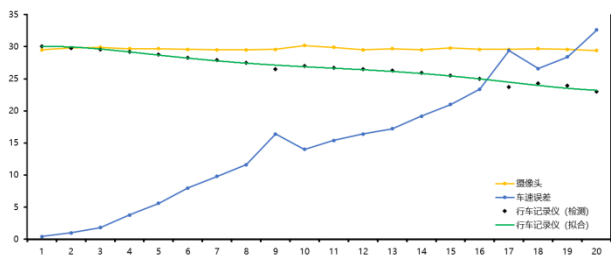


Figure 10. 30km/h Speed fitting curve
图 10. 30km/h 速度拟合曲线

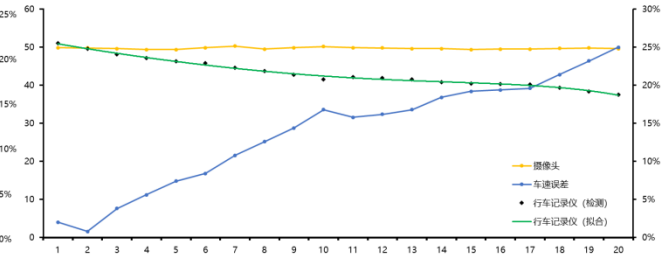


Figure 11. 50km/h Speed fitting curve
图 11. 50km/h 速度拟合曲线

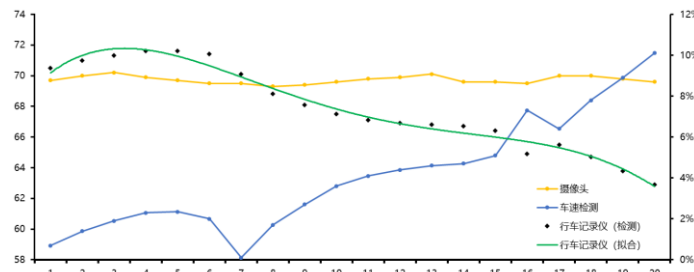


Figure 12. 70km/h Speed fitting curve
图 12. 70km/h 速度拟合曲线

由车速误差分析,距离是基于行车记录仪检测的车速精度的关键影响因素。因此为了保证检测结果的准确

性，需就近选取参照物。就此实验采用的行车记录仪而言，参照物纵向距离不宜超过 15 米。

综合自变量参照物距离和巡航车速，基于 matlab 进行插值计算，得到因变量行车记录仪检测车速的若干点数据，如下图 13 所示。

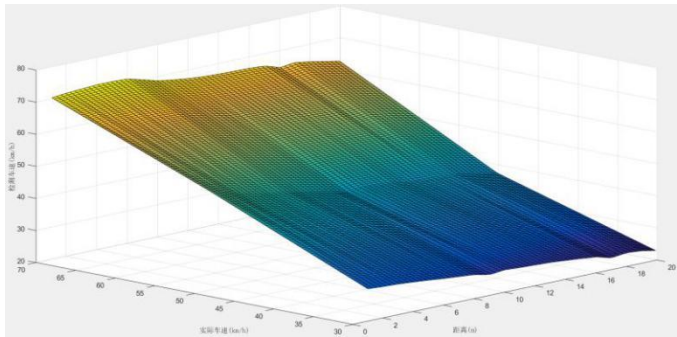


Figure 13. Relationship between the longitudinal distance and the vehicle speed
图 13. 纵向距离与车速关系

根据插值计算得到的数据，拟合得到行车记录仪检测车速与参照物距离和行驶车速的关系见式(9)、(10)。

$$V_x = \begin{bmatrix} 4 \times 10^{-5} & -0.0002 & 0.1705 \\ -0.0021 & 0.0086 & -0.0084 \\ 0.0458 & -0.1792 & 0.1705 \\ -0.3735 & 1.2184 & -0.8753 \\ 3.0668 & -11.282 & 8.8265 \\ -3.405 & 32.855 & 0.22 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} V_i^2 \\ V_i \\ 1 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} x^5 \\ x^4 \\ x^3 \\ x^2 \\ x \\ 1 \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$V = 337.529120512113 + 0.431424546027711 \times S - 42.3440368806602 \times V_x + 2.0971611629813 \times V_x^2 - 0.0479248093486863 \times V_x^3 + 0.000521015586558778 \times V_x^4 - 2.17365251330726 \times 10^{-6} \times V_x^5 \quad (10)$$

其中，V 表示实际车速，km/h；S 表示纵向距离，m；V_x 计算车速，km/h。

根据此公式，可预估行车记录仪在一定行驶车速范围内以不同参照物距离计算的车速。同时，可根据行车记录仪计算的车速和参照物纵向距离推测出实际行驶车速，为计算车速的修正提供了参考依据，提高了行车记录仪测速的准确性和适用性，有利于研究道路交通安全性问题，有利于交通事故定责的公平性、合理性、科学性。

4.2 实验验证

为验证上式在其他车速的适应性，以实际车速分别为 40km/h、60km/h、80km/h，纵向距离为 5m、10m、15m、20m 代入式 (10)，得到的计算数据如表 4，图 14 所示。

Table 4. Calculation deviation table
表 4. 计算偏差表

纵向距离 (m)	计算车速 (km/h)	实际车速 (km/h)	偏差
5	36.3	40	9.3%
10	34.8		13%
15	33.4		16.5%
20	32.0		20%
5	60.8	60	1.3%
10	58.7		2.2%
15	56.2		6.3%

20	53.1		11.5%
5	54.2		31.5%
10	56.8	80	29.0%
15	58.3		27.1%
20	61.5		23.1%

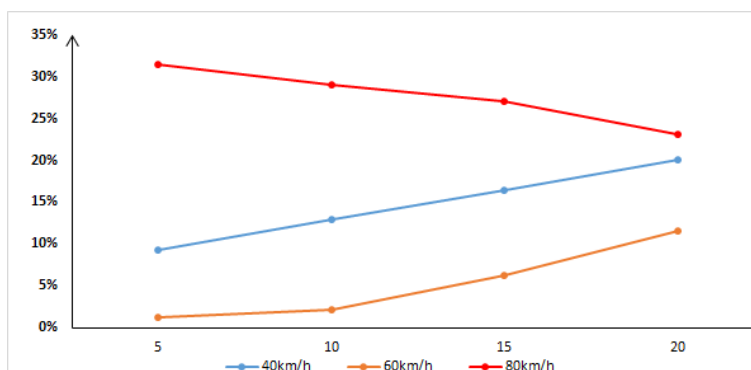


Figure 14. Calculation deviation figure
图 14. 计算偏差图

根据图表中数据分析可知,在车速为 40km/h 与 60km/h,纵向距离在 15m 以内时,计算车速与实际车速的偏差在 10%以内,可以认为式(10)有较好的适应性,当车速为 80km/h 时,上式计算的车速偏差较大,不能满足计算精度需要。因此,式(10)可以较为精确地修正车速在 30km/h~70km/h,参照物纵向距离小于 15m 时的计算车速。

5 结论与不足

本文对行车记录仪中参照物纵向距离对实际车速计算的影响因素进行了研究,并设计实验探究了计算车速与实际车速、参照物纵向距离等因素之间的关系,主要完成了以下内容:

- (1) 利用行车记录仪计算所得车速小于车辆实际行驶速度,当车辆行驶速度一定时,参照物纵向距离越小,基于行车记录仪计算的车速值越大且越接近真实车速,随着参照物纵向距离增大,计算的车速偏差也随之增大。
- (2) 在一定车速范围内,相同条件下,车辆行驶速度越快,参照物纵向距离对其计算车速的影响越小。
- (3) 基于 matlab 对实验数据插值计算后并拟合出参照物纵向距离、实际车速与计算车速的关系式,并验证了该关系式在车速为 30km/h~70km/h 时的适用性,为基于行车记录仪车速计算值的修正提供了参考依据。
- (4) 实验忽略了车辆横向偏移度和天气的影响,未考虑距离对参考线清晰度、车辆横向偏移度以及车身跳动对车速计算的影响。

参考文献 (References)

- [1] 李骏,敖慧云,王华中.试论道路交通事故车速鉴定的多途径[J].农业装备与车辆工程,2014,52(10):15-19..
- [2] Czajewski W, Iwanowski M. Vision-Based Vehicle Speed Measurement Method[C]// Computer Vision and Graphics - International Conference, ICCVG 2010, Warsaw, Poland, September 20-22, 2010, Proceedings, Part I. DBLP, 2010.
- [3] Lan J, Li J, Hu G, et al. Vehicle speed measurement based on gray constraint optical flow algorithm[J]. Optik - International Journal for Light and Electron Optics, 2014, 125(1):289-295.
- [4] Doğan S, Temiz M S, Külür Sıtkı. Real Time Speed Estimation of Moving Vehicles from Side View Images from an Uncalibrated Video Camera[J]. Sensors, 2010, 10(5):4805-4824.
- [5] 任述明,向怀坤,刘建伟,et al. 基于视频图像的车速检测研究[J]. 交通与计算机, 2007, 25(1):90-93.
- [6] 李鹏.基于摄像机标定的车辆速度检测方法[J].电子科技,2011,24(07):80-81+87.
- [7] 宋涛,庄雷,刘刚,王乐.基于视频的车辆速度估计方法[J].河南大学学报(自然科学版),2013,43(01):91-96.
- [8] 许燕霞,杨鸣.基于地面参考系的视频测速方法[J].激光杂志,2017,38(11):97-101.
- [9] 赵俊玮,华珺,刘永涛,et al. 道路交通事故信息采集技术及应用[J]. 重庆理工大学学报:自然科学, 2019(7):28-36.
- [10] Zhao Yuqing, Ito Daisuke, Mizuno Koji. AEB effectiveness evaluation based on car-to-cyclist accident reconstructions using video of drive recorder[J]. Traffic injury prevention, 2019.
- [11] 陈荣保,赵昶,王乾隆.基于图像处理的前方行驶车辆速度测量方法[J].传感器与微系统,2018,37(04):17-19+23.
- [12] Jong-Hyuk Kim, Won-Taek Oh, Ji-Hun Choi, Jong-Chan Park. Reliability verification of vehicle speed estimate method in forensic videos[J].

Forensic Science International,2018,287.

- [13] He Zhiwei, Liu Yuanyuan, Ye Xueyi. Models of Vehicle Speeds Measurement with a Single Camera[P]. Computational Intelligence and Security Workshops, 2007. CISW 2007. International Conference on,2007.
- [14] 陈伟. 基于行车记录仪视频的事故场景的车速计算[A]. 湖南大学汽车车身先进设计制造国家重点实验室.Infats Proceedings of the 12th International Forum of Automotive Traffic Safety[C].湖南大学汽车车身先进设计制造国家重点实验室:湖南大学汽车车身先进设计制造国家重点实验室,2015:7.
- [15] 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.
- [16] 陈冬鑫.面向交通事故重建的汽车行驶记录仪应用研究[D].中国人民公安大学,2017.
- [17] GA/T 1133-2014, 基于视频图像的车辆行驶速度技术鉴定[S]