

基于决策论的交通路口流量分析算法(DTFAA)^①

李晓峰^{1,2}, 丁树春³, 王雪梅¹

¹(东北农业大学成栋学院 计算机科学与技术系, 哈尔滨 150025)

²(北京理工大学 计算机科学与技术学院, 北京 100081)

³(黑龙江大学 电子工程学院, 哈尔滨 150080)

摘要: 通过对传统的交通路口流量分析算法的分析, 提出了基于决策论的交通路口流量分析算法研究, 文中将车辆统一识别为标准小车当量, 进行算法步骤的设计, 该算法不仅适用单线圈检测器或单磁敏检测器等单个检测器, 也适用于双线圈检测器. 检测过程简单易行, 且准确率高, 并通过实例分析, 验证了改算法的有效性和精确性.

关键词: 交通路口; 标准小车当量; 线圈; 流量分析; 决策

Flow Analysis Algorithm Based on the Decision-Making on Transport Junctions

LI Xiao-Feng^{1,2}, DING Shu-Chun³, WANG Xue-Mei¹

¹(Department of Computer Science and Technology, Cheng-Dong College, Northeast Agricultural University, Harbin 150025, China)

²(School of Computer Science and Technology, BIT, Beijing 100081, China)

³(School of Electronic Engineering, Heilongjiang University, Harbin 150080, China)

Abstract: Intersection traffic flow analysis and analysis of algorithms, design of algorithms, this paper, the vehicles unified identification as a standard car equivalent steps of the algorithm based on the decision-making on the flow of traffic junctions, the algorithm is applicable not only to single-coil detector or single magnetic detector such as a single detector, but also applies to dual-loop detectors. The detection process is simple and can achieve very high accuracy rate, and through case studies, to verify the effectiveness and accuracy of change algorithm.

Key words: Traffic intersection; standard dolly equivalent; coil; flow analysis; decision-making

随着社会经济生活水平的不断提高, 人们对交通运输需求也日益增加, 城市的交通问题越来越引起人们的关注. 在城市交通问题研究中最重要的是把人、车、路有机的统一起来, 通过交通流的动态分配, 有效的防止交通阻塞, 减少交通事故与环境污染^[1]. 交通路口车流量一般以标准小车当量表示^[2], 当前检测车流量时通常采用单线圈检测, 在提高精度时多采用双线圈检测^[3].

关于交通路口数据流量分析的算法, 在数据采集、预处理及特征提取阶段均存在问题: (1)在采集阶段, 首先, 影响线圈检测器振荡回路频率变化的主要因素有车底盘和车速, 当车底盘不均匀、车速不均匀时, 都会对频率波形造成干扰^[4]; 其次, 由于测量装

置、测量环境、测量方法和人为等因素, 都会使原始测量数据不可避免存在误差, 一些软件算法虽具有一定的处理误差能力, 但是对于系统误差和过失误差, 现有算法均很难克服. (2)在数据预处理阶段, 因车底盘不均匀等因素造成频率波形没有明显分界, 需要多次处理(如进行二次微分、降维等), 而这难免带来车型误判^[5].

在这种背景下, 本文对交通路口流量分析算法进行了研究. 提出了一种基于决策论的交通路口流量分析算法研究(based on the decision-making on transport junctions of flow analysis algorithm), 该算法不仅适用单线圈检测器或单磁敏检测器等单个检测器, 也适用于双线圈检测器. 检测过程简单易行, 具有良好的

① 基金项目: 青年科学基金(61102071); 教师科研专项基金(CTF120771)

收稿时间: 2012-12-26; 收到修改稿时间: 2013-01-21

推广价值.

1 基本概念

1.1 单线圈检测

单线圈检测是指当车辆驶入线圈时线圈的电感量会发生变化, 车辆检测器检测到这种变化立即输出逻辑为真的信号, 表示车辆刚驶入线圈, 术语称为车辆占有^[6]; 当车辆驶离线圈时线圈的电感量会恢复到无车占有时的数值, 车辆检测器检测到这种变化立即输出一个逻辑为假的信号, 表示车辆刚驶离线圈, 将车辆检测器输出的车辆占有信号输至计数器, 计数器获得的结果就是驶过该线圈的车流量. 显然这种单线圈流量检测方法不能检测车型, 也就无法得到标准小车当量, 不能准确测得交通路口的车流量.

1.2 双线圈检测

双线圈检测是指在车流方向埋设两个性能相同的环形线圈, 线圈中心距为 3 到 5 米^[7]. 当车辆分别经过两个线圈时, 线圈电感量会发生变化, 从而检测到车辆的通过状态, 同时将测得状态传输给车辆检测器, 由其进行采集和计算. 这种方法主要利用车辆通过两个线圈的时间差来计算车速, 再利用车速以及车辆通过线圈的时间来计算车长, 并根据车长对车辆进行分类, 最后换算成以标准小车当量表示的车流量.

2 基于决策论的交通路口流量分析算法设计

2.1 算法设计思想

由于当前单线圈检测时存在的误差较大, 而双线圈安装费用较高, 安装与维护难度较大; 为此, 本文提出的基于决策论的交通路口流量分析算法研究旨在克服单线圈检测和多线圈检测时存在的缺点, 更精确的测出交通路口的流量情况, 并对堵塞情况作出及时反应和处理.

2.2 算法步骤

算法步骤包括以下步骤:

第一步、控制单元通过安置于车道路口停车线前的单个检测器实时扫描检测器上方有无车辆, 有车辆时控制单元记录电平状态为 1, 无车辆时控制单元记录电平状态为 0; 同时, 控制单元将各扫描时刻的电平状态存入存储装置;

第二步、当检测开始时, 控制单元将车流量 N 数值归零, 同时查看当前扫描时刻的电平状态, 若该电

平状态为 0 则按(i)计算当前车辆通过时间 Δt , 若该电平状态为 1 则按(ii)计算当前车辆通过时间 Δt ;

第三步、控制单元按车道类型和该车道信号灯绿灯已亮时间将车辆通过时间 Δt 换算为车流增量 ΔN ; 当车道类型为左转车道时则按(iii)换算, 当车道类型为右转车道时则按(iv)换算, 当车道类型为直行车道时则按(v)换算;

(i) 当该车道信号灯绿灯亮时, $0.25s \leq \Delta t \leq 3.75s$ 则 $\Delta N=1$, $4s \leq \Delta t \leq 7.5s$ 则 $\Delta N=2$, $7.75s \leq \Delta t$ 则 $\Delta N=3$; 当该车道信号灯红灯或黄灯亮时, $\Delta N=0$ 即表示当前车流量为 0;

(ii) 当该车道信号灯绿灯已亮时间 $\leq 10s$ 时, $0.25s \leq \Delta t \leq 4s$ 则 $\Delta N=1$, $4.25s \leq \Delta t \leq 10s$ 则 $\Delta N=2$; 当该车道信号灯绿灯已亮时间 $> 10s$ 时, $0.25s \leq \Delta t \leq 3.5s$ 则 $\Delta N=1$ 即表示当前车流量为 1 辆车, $3.75s \leq \Delta t \leq 6.25s$ 则 $\Delta N=2$ 即表示当前车流量为 2 辆车, $6.5s \leq \Delta t \leq 10s$ 则 $\Delta N=3$ 即表示当前车流量为 3 辆车; 当该车道信号灯红灯或黄灯亮时, $\Delta N=0$;

(iii) 当该车道信号灯绿灯已亮时间 $\leq 5s$ 时, $0.25s \leq \Delta t \leq 2.5s$ 则 $\Delta N=1$, $2.75s \leq \Delta t \leq 5s$ 则 $\Delta N=2$; 当该车道信号灯绿灯已亮时间 $> 5s$ 时, $0.25s \leq \Delta t \leq 2s$ 则 $\Delta N=1$, $2.25s \leq \Delta t \leq 2.5s$ 则 $\Delta N=2$, $2.75s \leq \Delta t \leq 3.75s$ 则 $\Delta N=3$, $4s \leq \Delta t \leq 5s$ 则 $\Delta N=4$ 即表示当前车流量为 4 辆车, $5.25s \leq \Delta t$ 则 $\Delta N=5$ 即表示当前车流量为 5 辆车; 当该车道信号灯红灯或黄灯亮时, $\Delta N=0$.

其具体形式可用如下表示:

初始化车辆数为 0, 开始时刻为扫描开始的时间. 每 0.25 秒扫描一次数据. 当扫描开始时得到的数据是“0”时, 继续扫描直到得到的数据是“1”, 将该扫描时刻记为 t_a , 继续扫描直到得到的数据是“0”, 将该扫描时刻记为 t_b , 记高电平持续时间为 $\Delta t = t_b - t_a$.

如图 1, 在时刻 4 时令 $t_a = 4$, 在时刻 13 时, 令 $t_b = 13$, 这时计算 $\Delta t = t_b - t_a$.

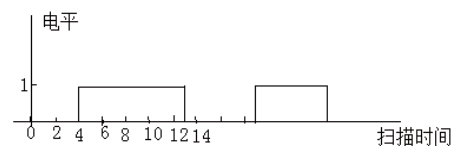


图 1 扫描开始时电平为“0”的情景

当扫描开始时得到的数据是“1”时, 向后扫描直

到得到的数据是“0”，将该扫描时刻记为 t_a ，向前继续扫描直到得到的数据是“0”，将该扫描时刻记为 t_b ，记高电平持续时间为 $\Delta t = t_b - t_a - 0.25$ 。

如图 2，在时刻 -4 时令 $t_a = -4$ ，在时刻 7 时，令 $t_b = 7$ ，这时计算 $\Delta t = t_b - t_a - 0.25$ 。

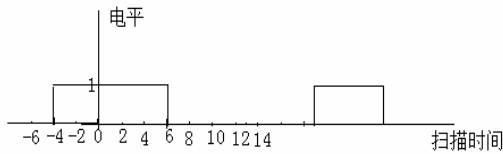


图 2 扫描开始时电平为“1”的情景

将采集到的数据，按照车道类型及信号阶段绿灯放行时间的不同，利用决策论方法进行车辆换算系数的提取及匹配。

其中，左转车道绿灯时期，车流量计算方法为

$$\begin{cases} 0.25 \leq L \leq 3.75, & \text{为1辆车} \\ 4 \leq L \leq 7.5, & \text{为2辆车} \\ 7.75 \leq L, & \text{为3辆车} \end{cases}$$

右转车道绿灯初期 10s，车流量计算方法为

$$\begin{cases} 0.25 \leq L \leq 4, & \text{为1辆车} \\ 4.25 \leq L \leq 10, & \text{为2辆车} \end{cases}$$

绿灯中后期，车流量计算方法为

$$\begin{cases} 0.25 \leq L \leq 3.5, & \text{为1辆车} \\ 3.75 \leq L \leq 6.25, & \text{为2辆车} \\ 6.5 \leq L \leq 10, & \text{为3辆车} \end{cases}$$

直行车道，绿灯初期 5s，车流量计算方法为

$$\begin{cases} 0.25 \leq L \leq 2.5, & \text{为1辆车} \\ 2.75 \leq L \leq 5, & \text{为2辆车} \end{cases}$$

绿灯中后期，车流量计算方法为

$$\begin{cases} 0.25 \leq L \leq 2, & \text{为1辆车} \\ 2.25 \leq L \leq 2.5, & \text{为2辆车} \\ 2.75 \leq L \leq 3.75, & \text{为3辆车} \\ 4 \leq L \leq 5, & \text{为4辆车} \\ 5.25 \leq L, & \text{为5辆车} \end{cases}$$

第四步、控制单元将车流量 N 当前数值与第三步算得增量 ΔN 相加，然后所得结果赋予车流量 N。

第五步、首先按第二步(i)计算后续车辆通过时间 Δt ，然后按第三步换算得出车流增量 ΔN ，最后重复第四步以更新车流量 N；

第六步、不断重复第五步，直至检测结束；当检测结束时，车流量 N 的数值即为检测时间段内的交通路口车流量。

3 实验与结果分析

3.1 试验准备

在进行算法应用之前，本文需要对检测器的摆放位置作出相应处理。如图 3 所示。

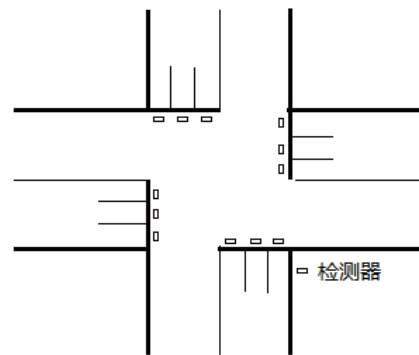


图 3 检测器摆放位置

控制单元通过安置于车道路口停车线前的单个检测器(如图 1 所示)实时扫描检测器上方有无车辆，有车辆时控制单元记录电平状态为 1，无车辆时控制单元记录电平状态为 0；同时，控制单元将各扫描时刻的电平状态存入存储装置。

具体而言，检测器可以是单线圈检测器或单磁敏检测器；检测器扫描间隔为至多 0.25s。控制单元可以是单片机、工控机或 PLC。

由于检测器测到和未测到车辆时的信号明显不相同^[8]，所以控制单元根据检测器发来的信号即可准确地判断检测器上方是否有车辆，确保不发生误判。

3.2 实验过程分析

该实验在北京市闽江路(东西)与武定桥大街(南北)相交路口进行。各道路分别由一保护型左转车道、两直行车道、及一右转车道车道组成。车道宽度均为 3.5 米。

道路车辆类型：以小车为主，有少量公交车和面包车。

实验过程：选择晴天、雨后或雾天在预定时间段内分别进行若干次下述验证过程：一方面采用本实施例方法检测以标准小车当量表示的车流量(小客车设为 $\Delta N=1$ ，面包车则为 $\Delta N=1$ ，公交车则为 $\Delta N=2$)，每十秒钟统计一次车流量数值；另一方面，同时通过道路

监控摄像头人工统计每十秒钟内的实际车数量,再换算成以标准小车当量表示的车流量.其检测结果如图4及5所示.

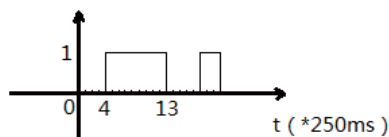


图4 检测器扫描的普通情况示意图

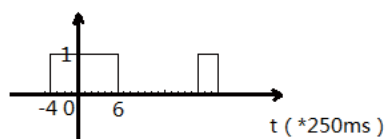


图5 检测器扫描的运用该算法结果示意图

实验结果表明,该算法也在某早高峰时段1500秒内实施上述验证过程,由本算法测得的车流量为141辆,而由人工统计的车流量为148辆,准确率为95.27%.

3.3 实验结果

通过与现有技术相比,本算法具有以下优点:(1)检测过程简单易行,且准确率高.(2)检测器埋设于停车线前,一方面可以避免车辆停在检测器上方,另一方面车辆通过停车线时车速比较平稳,不会有较大的变化频率和幅度,有利于获得准确数据.(3)采集数据及生成数据维数较低,数据量较小,不会造成太大负担.(4)能直接得出以标准小车当量表示的车流量,不需要识别车型,从而避免由车型无法识别导致的问题,这样就不会受车辆底盘、测量环境等因素的影响,保持较高的准确度.(5)可采用单线圈检测器或单磁敏检测器等单个检测器,适用范围更广.

4 结语

本文的创新点是提出了一种基于决策论的交通路口流量分析算法,该算法克服了现有技术存在的问题,提供一种基于决策论的交通路口车流量单检测器检测方法,能显著提高测得车流量的准确度.通过该方法在北京地区的试验,对北京地区的交通阻塞起到很好的诱导作用.

参考文献

- 1 谭国贤,翁小雄,姚树申,黄征.城市交叉路口的短时交通流建模预测.交通与计算机,2005:23-27.
- 2 戴红.基于模糊理论的交通信息处理技术研究.吉林大学,2007.
- 3 刘莹莹,刘川来.基于交叉口相关性的交通量预测算法.青岛科技大学学报(自然科学版),2004:56-60.
- 4 李建武,陈森发,黄鹏.基于粗集理论和支持向量机的道路网短时交通流量预测.计算机应用研究,2010:78-82.
- 5 张玉梅,曲仕茹,温凯歌.交通流量的混沌特性分析及预测模型研究.土木工程学报,2009:45-49.
- 6 Zhang H, Wang W, Gu HZ. Application of cluster analysis and stepwise regression in predicting the traffic volume of lanes. Journal of Southeast University (English Edition), 2005, 21(3):359-362.
- 7 Bhanu SNB. Physical models for moving shadow and object detection in video. IEEE Trans. Sonpattern Analysis and Machine Intelligent, 2008,26(8):1079-1057.
- 8 Stauffer C, Grimson W. Learning pattern of activity using realtime tracking. IEEE Trans. Son Patter Analysis and Machine Intelligent, 2000,22(8):747-757.