

基于车载电子标签的交通拥堵状态判别设计

刘云翔, 朱萍, 王浩

(上海应用技术学院 计算机科学与信息工程学院, 上海 201418)

摘要: 提出一种基于车载电子标签的交通状态判别方法; 该判别方法通过在路段安装背靠背式接收机避免反向车道车辆干扰, 采用有源主动电子标签扩大读写范围与精度, 利用扫描区内获得的电子标签数量、更新比率、停留时间等信息, 配合交叉口信号灯状态, 构建控制系统与车载电子标签的联动体系, 进行交通状态, 尤其是拥堵状态的判别; 经 VISSIM 交通仿真软件的二次开发, 模拟车载电子标签环境, 仿真试验验证该方法可有效判别交通状态, 判别的平均准确度在 85% 以上。

关键词: 车载电子标签; 更新比率; 停留时间; 交通拥堵判别

Traffic Congestion Identification Design Based on Vehicle Electronic Tags

Liu Yunxiang, Zhu Ping, Wang Hao

(School of Computer Science & Information Engineering, Shanghai Institute of Technology, Shanghai 201418, China)

Abstract: Traffic congestion identification design based on vehicle electronic tags is proposed. The reader which is installed on the road back to back, is used to avoid the interference from the reverse drive vehicles. And the Active electronic tag is used to expand the range and accuracy in reading and writing. In scanning of electronic tag range, the number of vehicle electronic tags, the tag's update ratio and the travel time are obtained. In order to identify traffic status and the congestion state, the control system and the linkage of the on-board electronic tag system with the intersection light condition is established. The simulation environment is built by VISSIM with secondary development. Simulation result shows that the present methods can effectively discriminate traffic states and the average accuracy is above 85%.

Keywords: vehicle electronic tags; update ratio; travel time; traffic congestion identification

0 引言

城市交通作为城市发展的关键环节, 由于它的不确定性 & 随机性, 非线性等, 促使着智能交通的不断发展。交通拥堵状况判别作为解决交通拥堵问题的先决条件, 不断受着人们的关注。交通拥堵状态判别的失误会为道路的拥堵与交通事故的发生埋下安全隐患^[1-2]。

目前, 现有的交通拥堵判别方法主要分为两类, 分别是静态检测技术为主的交通拥堵判别方法和以动态检测技术为主的交通拥堵判别方法。其中静态检测技术主要以检测线圈为主, 由于检测线圈分析的数据只能从断面获得, 除了检测车流量、道路占有率外, 车型、排队长度、交通当量及车速只能估算, 且不能检测压线驶来车辆, 故误差较大, 造成拥堵判别的困难与准确性不高^[1,3-4]。动态检测技术以浮动车 (GPS) 为主, 虽然 GPS 与检测线圈相比可分析排队长度、车速等, 但 GPS 通过地图匹配获取这些信息, 地图匹配存在匹配误差; 另外 GPS 本身受建筑物等遮挡, 定位存在一定“盲区”, 且与交叉口信号灯不连接通讯, 无法较好地判别车辆在交叉口停车与延时的原因, 造成对交叉口的交通状态判别准确性的降低^[2-7]。

针对这样的问题, 本文提出基于车载电子标签的交通拥堵状况判别, 接收机覆盖一个路段, 与路口信号灯进行通讯, 结合检测线圈与 GPS 的优点, 可获得车型、交通当量、电子标

签数量、更新比率及停留时间, 配合交叉口信号信息, 为交通拥堵判别提供了一种较好的方法。

1 结构设计

拥堵判别设计主要分两部分: 结构的设计与算法的设计。

结构设计以车载电子标签与接收机为核心。总体框架^[8-10]如图 1 所示。

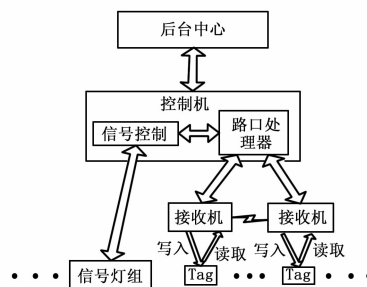


图 1 基于车载电子标签的交通状态判别设计结构框架图

车载电子标签为有源主动电子标签, 相比无源被动电子标签, 它的读取与写入距离更远, 精度更高。接收机读取车载电子标签中车辆的 ID 等信息。

整个交通判别过程的原理如图 2 所示。

Reader 采用背靠背式, 用于判别车辆的行车方向, 避免相邻车道反方向车辆干扰, 位置可以根据需要布设 (用于读取交叉口的情况或路段的情况), 一般布设在离交叉口 150~200 m 的地方 (有源主动车载电子标签的通信距离可达 150 m), 可选择有线或无线的方式与信号机内部的路口处理器通讯。整个判别过程的步骤如下:

1) 路段 Reader 读取信号扫描区间 Tag 的数量 s , 传入路

收稿日期: 2013-11-19; 修回日期: 2014-03-21。

基金项目: 车路协同下智能交通控制与诱导一体化研究 (12510503800)。

作者简介: 刘云翔 (1964-), 男, 上海人, 工学博士, 主要从事人工智能、计算机软件与理论、信息融合及智能信息处理等方向的研究。

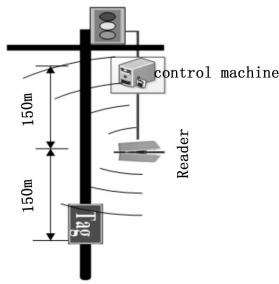


图 2 交通判别原理图

口处理器。

2) Reader 再次读取信号扫描区间 Tag 数量 s' , 传入路口处理器, 路口处理器判断分析更新 Tag 数量 u , 计算更新比率 η , $\eta = u/s'$ 。

3) Reader 向控制机请求当前时刻交叉口信号灯情况。若信号灯灯色为红, 转向 1), 否则继续下一步。

4) 判断 s' 与 η 大小。若 s' 较大, η 较小, 继续下一步, 否则转向 1)。

5) 计算 Tag 在扫描区间停留时间 t_j , 判断交通拥堵程度。接收机将读取到的 Tag 信息送入路口处理器, 处理器分析读取的数据, 得出判断结果。

2 算法设计

在该交通拥堵状态判别设计中, 参数来源是车载电子标签^[8,10], 周期时间内扫描区间获得的车载电子标签数量、更新比率, 同一车载电子标签在扫描区间停留的时间与车载电子标签通过接收机与交叉口信号灯通讯获得的信号灯灯色。这里的车载电子标签更新比率 η 是指在每次扫描所得结果中, 扫描到的更新标签数量 u 占实时总标签数量 s' 的比率, 即 $\eta = u/s'$ 。

在道路发生拥堵时, 道路上车辆较多, 扫描区间的 s 将维持在一个较高水平, 又因为道路拥堵, 行车较缓慢, 则扫描区间的 u 将变小, 而 s' 几乎不变, 约等于 s , 所以更新比率 $\eta = u/s'$ 会维持在一个较低水平。而在道路交通通畅时, 由于路况良好, 车辆行驶通畅, 扫描区间的 Tag 数量与其更新速率会与道路拥堵时所呈现的情况不同, 尤其是在绿灯期间 (u 增大, $s' \approx s$, $\eta = u/s'$ 增大) 几乎呈现相反趋势。故在道路交通拥堵与道路交通通畅情况下根据信号灯灯色的不同, 车载电子标签的数量与更新比率都有较明显的区别。车载电子标签在扫描区的趋势如图 3 所示 (虚线表示道路通畅的情况, 实线表示道路拥堵的情况)。

当检测显示车载电子标签在扫描区间标签数量较多, 而更新比率较慢, 且此时信号灯不为红灯, 可以初步判定此时道路交通发生拥堵现象, 但对于拥堵情况还需进一步分析判别。判断流程分两个: 一个是拥堵生成; 另一个是拥堵时车辆在扫描区间停留时间。拥堵信息生成流程如图 4 所示, 其中 n 为扫描区间车辆数, t_j 为第 j 辆车在扫描区间的停留时间。

每次接收机读取车载电子标签信息时, 在区分具体车辆 (用于排除公交车进站, 出租车停车接客等误判断情况) 的基础上, 关注此时读到的标签总数, 标签的更新比率。如果已经到达该路段可能发生交通拥堵状态, 即出现扫描区间 Tag 数量较多, 且更新比率较慢, 则获取该交叉口的信号灯色情况, 如果信号灯色此时为红灯, 则等待信号灯变色, 计算车辆在扫描区间的停留时间, 判别出此时交通状况。

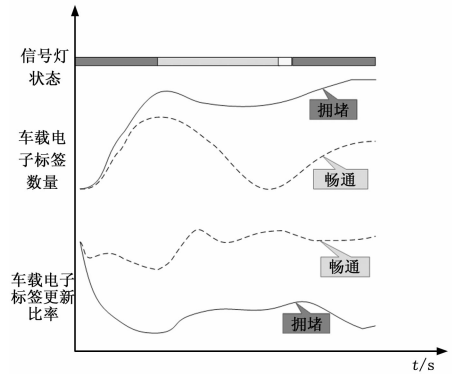


图 3 扫描区间 Tag 情况展示

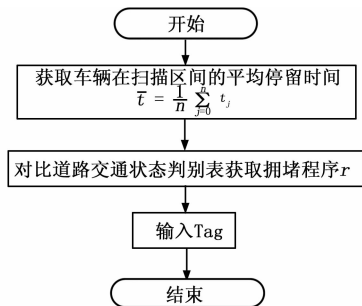


图 4 拥堵信息生成流程图

计算拥堵时车辆在扫描区间停留时间流程如图 5 所示。其中 t_j 为第 j 辆车在扫描区间的停留时间; t_{i+1} 为第 $i+1$ 次读取到车载电子标签的时间; t_i 为第 i 次读取到该标签的时间; a 为常数, 是时间计量的补偿, 属于经验值。

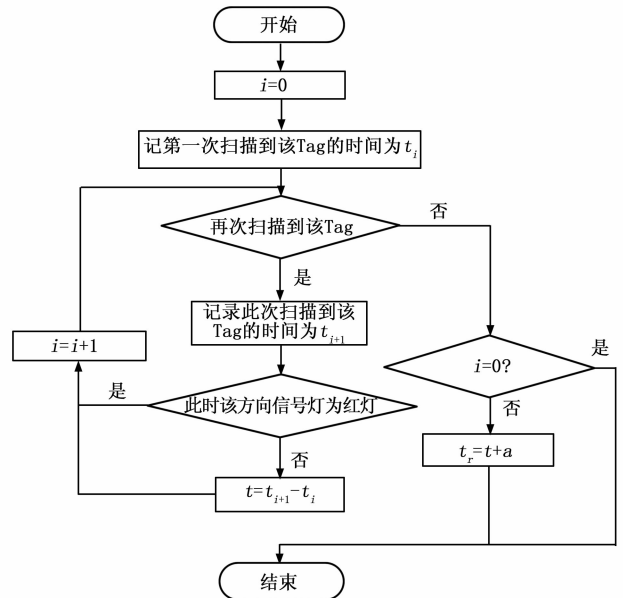


图 5 计算拥堵时间流程图

判别交通拥堵状况参照我国公安部在 2002 年公布的《城市交通管理评价指标体系》(用城市主干道上机动车的平均行程速度刻画该道路的交通拥堵程度, 并将其分为畅通、轻度拥堵、拥堵和严重拥堵 4 种, 如表 1)^[11]。为适应由车载电子标签获取的参数, 将表 1 中的平均速度公式 $t = L/v$ 改成平均

行程时间, 其中 L 为接收机的扫描区间长度 (这里按 300 m 计算)。为了将最终结果写入 Tag 中, 分别用 00, 01, 10, 11 表示道路交通拥堵程度畅通、轻度拥堵、拥堵与严重拥堵, 最后得到表 2^[12-14]。

表 1 道路交通状态判别标准表

拥堵程度	畅通	轻度拥堵	拥堵	严重拥堵
机动车平均车速/(km/h)	≥ 30	20~30	10~20	≤ 10

表 2 道路交通状态判别表

拥堵程度	畅通	轻度拥堵	拥堵	严重拥堵
机动车平均车速/(km/h)	≥ 30	20~30	10~20	≤ 10
机动车在扫描区间平均行程时间	≤ 36	36~54	54~108	≥ 108
拥堵程度	00	01	10	11

3 实验仿真

用 VISSIM 软件对交叉口路段进行仿真。分别仿真在道路畅通、轻度拥堵、拥堵和严重拥堵 4 种情况下车辆在接收机扫描区间的表现特征与停留时间, 实验图为图 6, 每次仿真时间 3 600 s。标记位置 1, 2 之间的路段为接收机的扫描区 (接收机安装在距交叉口 150 m 处), 扫描区间 300 m。为使仿真符合实际道路情况, 整个仿真过程采用模糊控制。

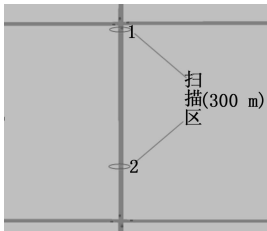


图 6 实验仿真图

仿真结果如图 7 所示, 其中曲线 I 为仿真结果曲线, 曲线 II 为表 2 所绘曲线。

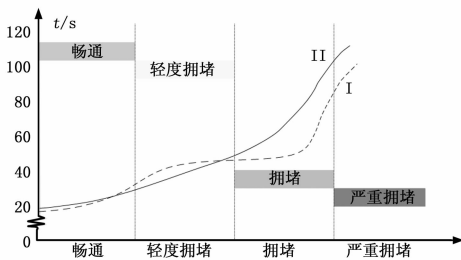


图 7 仿真结果图

实验结果显示, 按该方法检测结果与理论存在一定误差。仿真采用模糊控制, 但无法完全排除真实路况中驾驶员的心态对道路交通的影响, 且交通拥堵时在上面的基础上还增加了仿真软件本身存在的缺陷 (当车辆超过它的道路负荷时, 其中一部分车辆会消失, 即不能真正做到使道路交通严重拥堵)。整个误差范围从 0~31%, 但约有 92% 的误差小于 15%, 剩余 8% 超过 15% 的误差, 集中于道路交通拥堵与严重拥堵, 误差分析表见表 3 表 4。由此我们可以得出: 在利用扫描区间车载电子标签数量与标签更新比率的基础上, 在扫描区间的停留时间可以用来展示道路的拥堵状态。

表 3 误差分析表 1

误差分组	0~5%	5%~10%	10%~15%	>15%
所占比重	10%	44%	38%	8%

表 4 误差分析表 2

拥堵程度	畅通	轻度拥堵	拥堵	严重拥堵
平均误差	3%	5%	18%	20%

4 结论

基于车载电子标签的交通拥堵判别设计结合了基于检测线圈与 GPS 拥堵状态判别的优点, 利用背靠背式接收机避免相邻方向车道车辆的干扰。采用有源主动电子标签扩大读写范围与精度, 利用扫描区间获得的车载电子标签数量、更新比率、同一车载电子标签在扫描区间的停留时间等参数, 配合交叉口信号灯灯色, 较好地解决交通拥堵判别存在的问题。数值仿真验证的结果证明该方法可有效判别交通状态。当各个路段接收机与交叉口接收机进行通讯后, 甚至可以做到整个路网的交通拥堵判断。

参考文献:

- [1] 曲昭伟, 等. 基于固定检测器的区域交通状态判别方法 [J]. 中南大学学报 (自然科学版), 2013, 01: 403-410.
- [2] 田世艳. 基于 GPS 的城市道路交通状态实时判别技术研究 [D]. 广州: 华南理工大学, 2012.
- [3] 姜桂艳, 郭海锋, 吴超腾. 基于感应线圈数据的城市道路交通状态判别方法 [J]. 吉林大学学报 (工学版), 2008, (S1): 37-42.
- [4] 隋亚刚, 等. 城市智能交通控制理论与应用 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2011.
- [5] 王吟松, 等. 基于浮动车速数据的交通状态实时判别系统和方法 [J]. 交通信息与安全, 2011, 06: 97-102.
- [6] 李泽明, 等. 基于 GPS/GPRS 的远程目标定位系统 [J]. 计算机测量与控制, 2013, 21 (6): 1644-1647.
- [7] 曹成涛. 一种多服务模式的 GPS 交通监控系统设计与实现 [J]. 计算机测量与控制, 2012, 20 (5): 1276-1279.
- [8] 伍儒彬. 车载电子标签的研究与设计 [D]. 武汉: 武汉工程大学, 2012.
- [9] 王大鹏. 关于 RFID 电子标签在物联网之中的应用探究 [J]. 信息通信, 2013, 08: 121.
- [10] Mandal K, Sen A, Chakraborty A, et al. Road traffic congestion monitoring and measurement using active RFID and GSM technology [A]. 2011. 14th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC) [C]. 2011: 1375-1379.
- [11] 张玉洁. 浅谈拥堵路网及其评价模型 [J]. 科技信息, 2013, 09: 181-182.
- [12] 尹婧, 等. 城市交通状态判别方法的研究 [J]. 青岛大学学报 (工程技术版), 2012, 03: 84-87.
- [13] Lan Y M, Liu H M. The research on urban traffic congestion evaluation [A]. 2012 2nd International Conference on RSETE [C]. 2012: 1-3.
- [14] Boarnet M, Kim E. Measuring traffic congestion [R]. Transportation Research Record, No 163; Journal of Transportation Research Board series, TRB, National Research Council. Washington, D. C., 1998: 93-99.