

The Extraction Method of Travelling Path Based on Identification Data of the License Plate from Bayonet System

Zhenghua Hu¹, Liangxu Liu¹, Kuai Wang^{2*}

¹School of Electronic and Information Engineering, Ningbo University of Technology, Ningbo Zhejiang

²Chongqing Survey Institute, Chongqing

Email: *huzhenghua@whu.edu.cn

Received: Oct. 7th, 2018; accepted: Oct. 22nd, 2018; published: Oct. 29th, 2018

Abstract

As it implies a large amount of information about state of the traffic, the trajectories of the vehicles have become an important data source for studying the spatial-temporal distribution characteristics of traffic in urban areas. How to extract the historical route of vehicles has become a research hotspot in the field of transportation. Currently, many researchers use identification data of the license plate from bayonet system to extract the trajectories. Based on the existing methods, this paper proposed a strategy for extracting trajectory from identification data with poor data quality and even when the road network cannot completely match the bayonet station. Experiments show that this method cannot only reproduce complex operation scenarios of the traffic comprehensively and systematically, provide ideas and effective technical means for investigation and update of the basic OD matrix, but also provide more reliable data support for the transportation department to make relevant decisions and regulations.

Keywords

Trajectory Extraction, Data Mining, Intelligent Transportation System

基于路网卡口系统车牌识别数据的机动车出行轨迹提取方法

胡正华¹, 刘良旭¹, 王 快^{2*}

¹宁波工程学院, 电子与信息工程学院, 浙江 宁波

²重庆市勘测院, 重庆

Email: *huzhenghua@whu.edu.cn

*通讯作者。

收稿日期：2018年10月7日；录用日期：2018年10月22日；发布日期：2018年10月29日

摘要

机动车的出行轨迹因其隐含了大量车辆出行的状态信息，已经成为研究城市交通流时空分布特性的重要数据来源。如何提取车辆的历史行车路径已经成为交通领域的研究热点。目前，有不少研究学者利用路网卡口系统的车牌识别数据来提取车辆的出行轨迹。本文在现有方法的基础上，提出了一种当识别数据中存在较多的粗差，且路网数据和卡口点位不能完全匹配的情况下，提取车辆出行轨迹的方法。实验证明，该方法不仅能够全面系统地再现复杂的交通运行场景，为基础OD矩阵的调查和更新工作提供思路和有效的技术手段，还能为交通部门制定相关的决策、法规提供更为可靠的数据支撑。

关键词

轨迹提取，数据挖掘，智能交通系统

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial International License (CC BY-NC 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着城市机动车保有量的急剧增加，汽车已经成为人们出行首选的交通工具[1] [2]，车辆的出行轨迹因其隐含了丰富的交通出行与状态信息，而随之成为研究城市交通流时空分布特性的基础，如何提取车辆的历史行车路径已然成为当下热门的研究课题[3] [4] [5] [6]。传统的基于人工调查的方法不仅耗时长、成本高，需要投入大量的人力、物力和财力，而且得到的结果与实际情况还不一定完全相符，有时还会对路网交通的运行造成一定的干扰[7]。于是有研究学者尝试利用装有车载 GPS 装置的车辆所产生的实时定位数据来拟合车辆的行驶路径。但对于城市庞大的汽车保有量来说，装有 GPS 设备的车辆比重相对较小，无法做到对每一辆车的实时追踪[8] [9] [10]。因此，有必要寻找一种更为有效的信息采集和分析手段来获取实时、准确的行车数据。

路网的卡口系统是一种对通过卡口位置的机动车辆进行拍摄、记录与处理的交通监测系统。与 GPS 采集数据相比，路网的卡口系统不仅能够全天候、大范围检测整个城市区域内路网车辆的通过情况，而且收集到的数据实时性好、采集率高[7]。但是也同样存在着车牌识别错误率高、卡口时间不统一、卡口位置有误差等诸多问题，目前，每个城市卡口的布点率以及设备的准确性参差不齐，需要针对每个城市的实际情况来制定一套行之有效的办法从而最大程度的利用好这些车牌识别数据，进而为交通部门制定决策法规提供更为可靠的数据支持。

2. 粗差识别与路径提取

由于路网卡口系统捕获到的车牌识别数据中包含了大量因客观原因所产生的粗差数据。因此，首先需要对原始数据进行预处理，去除那些明显的误差数据；然后再利用路网和卡口站点之间的空间位置关系和拓扑关系，进一步剔除车牌识别数据中的不合理记录，最后通过求路径覆盖树中的最长路径得到真实的行车轨迹。具体算法流程如下：

第一步, 利用卡口摄像头和路网的空间位置关系及摄像头之间的拓扑关系, 构建路网卡口摄像头之间的邻接表(如图 1 所示), 根据该邻接表遍历所有的车牌识别数据, 去除原始车牌识别数据中的离散点和跳跃点。例如, 如果某时刻在 E 处出现了某个车牌, 那么下个时刻该车牌只可能出现在 D、B、F 中的某一处, 如果车牌出现在别的位置, 则认为该点为粗差点。

第二步, 由于卡口摄像头的识别准确率较低, 尚存在着大量其他类型的粗差, 仅仅根据邻接表来剔除原始数据中的粗差还远远不够, 本文通过对连续拍摄的车牌数据制定了相应的验证规则, 进一步去除原始数据中的粗差数据。如附录 1 算法 I 所示。

1) 根据行车速度值验证

对 SQL 语句查询得到的点串中相邻的两个点位之间的行车速度值进行验证, 如果相邻的两个点之间的行车速度大于 70 km/h, 则认为这两个相邻点中后一个点是粗差点, 将其从原始数据中剔除, 否则认为该点是合理的。

2) 根据行车距离值验证

取当前点位的前一个点和后一个点, 计算当前点位和其前后点位之间的可达距离的较小值 S , 再计算前一个点和后一个点之间的最短可达距离 S' , 如果 $S \gg S'$ (或者 $S > N * S'$, 具体 N 的取值可以根据每个城市的实际出行情况而定) 则认为当前点是粗差点, 否则, 认为当前点位是合理的。

第三步, 在去除了粗差点以后的样本数据中, 查询每一辆车单次出行所经过的卡口点位的集合, 将查询得到的点串中相邻两个点之间通过最短路径算法计算路径(如果相邻的点在相邻的路段上就直接取两个点之间的路径; 如果相邻的点在不相邻的路段上就用最短路径算法计算路径), 但由于路网卡口系统的点位也存在着一定的偏差, 即卡口位置与路网数据并不能完全吻合, 最终只能得到车辆出行路径的覆盖树(图 2(a)所示)。

第四步, 在生成的覆盖树的基础上计算覆盖树的最长路径(首先, 从该覆盖树中任意一个路段 S 出发求最长路径, 假设该最长路径另一端点的路径是 S' , 然后再从 S' 出发求最长路径 L , 路径 L 就是所要求的路径), 形成完整的行车轨迹(图 2(b)所示)。

为了验证本算法的可靠性, 将计算得到的机动车出行路径与传统的人工调查方法获取的出行路径进行了比对, 并且与交管部门的历史出行数据做了相应的核实, 证明又该方法获取的出行路径基本符合实际的出行轨迹, 可以被相关部门所采用。

3. 算法的应用举例

本文结合宁波市政府振兴三江口商业核心区项目, 即根据目前城区的交通状况, 拟调整扩大城区主干道地面的步行空间, 将地面交通改造成连续的慢行网络, 并将主城区干道交通下穿过境, 使主城区向轻车化城区转型, 改造后的车道分配情况从原来的 9 车道(包含 2 个公交车道)变成地面 4 车道(包含 2 个公交车道)和地下 4 车道, 如图 3 所示。为此需要统计每天经过该主干道所在路段的过境交通情况, 通过统计驶入与驶出主干路径的车辆情况, 来验证该改造方案的可行性。

利用前文提出的算法, 本文统计了 2018 年 6 月 1 号至 2018 年 6 月 7 号一周的时间内, 长春路以西进入柳汀街的车流量中, 平均有 15.2% 的车流量从灵东或灵西岗驶出; 在同一时间段内, 从灵东灵西岗以东驶入的车流量中, 平均有 18.8% 的车流量从马园或柳汀岗(长春路以西)驶出, 如表 1 所示。

由此可以发现, 在该主干道上, 不到 20% 的交通量为过境交通, 即这些车辆是可以使用隧道通行的, 而剩余的交通量均为该路段上的到发交通, 需要使用地面路段。因此, 下穿路段的利用率并不高, 并没有起到对路面交通分流的作用。另一方面, 由于地面车道的减少, 地面两车道无法承担该区域的到发交

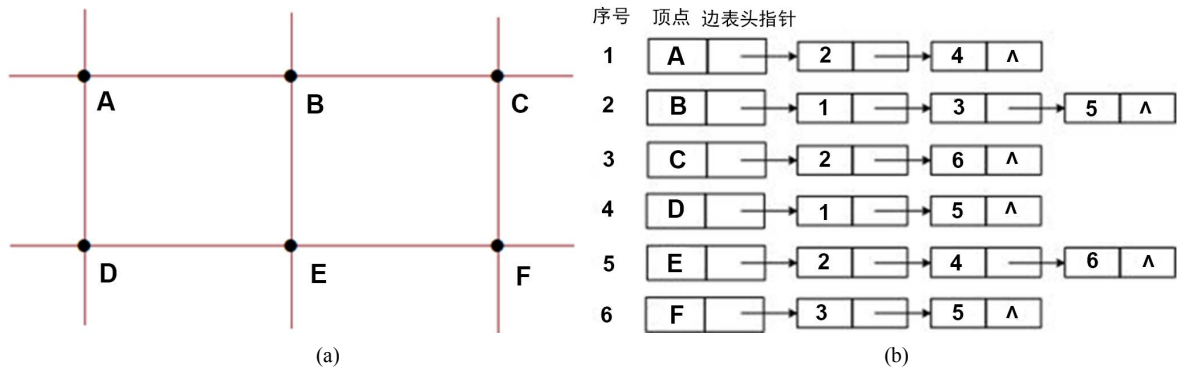


Figure 1. Establishment of adjacency list according to the spatial relationship of stations of the intelligent monitoring and recording system on the road

图 1. 根据路网卡口的空间位置关系建立邻接表

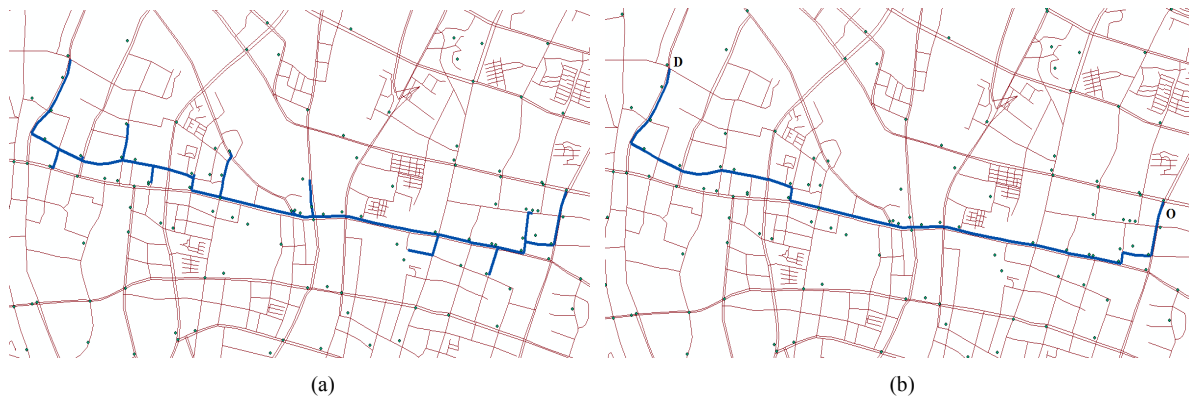


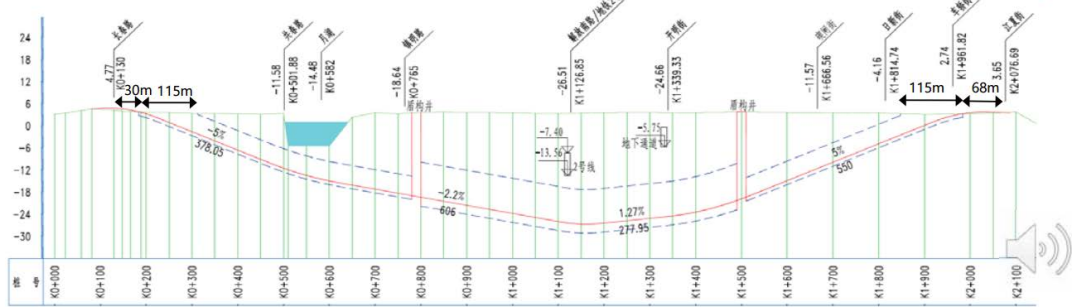
Figure 2. Final path computed within the coverage tree of the path

图 2. 在路径覆盖树中计算最终路径

交通策略

Design Strategies

主要过境交通下穿



(a)

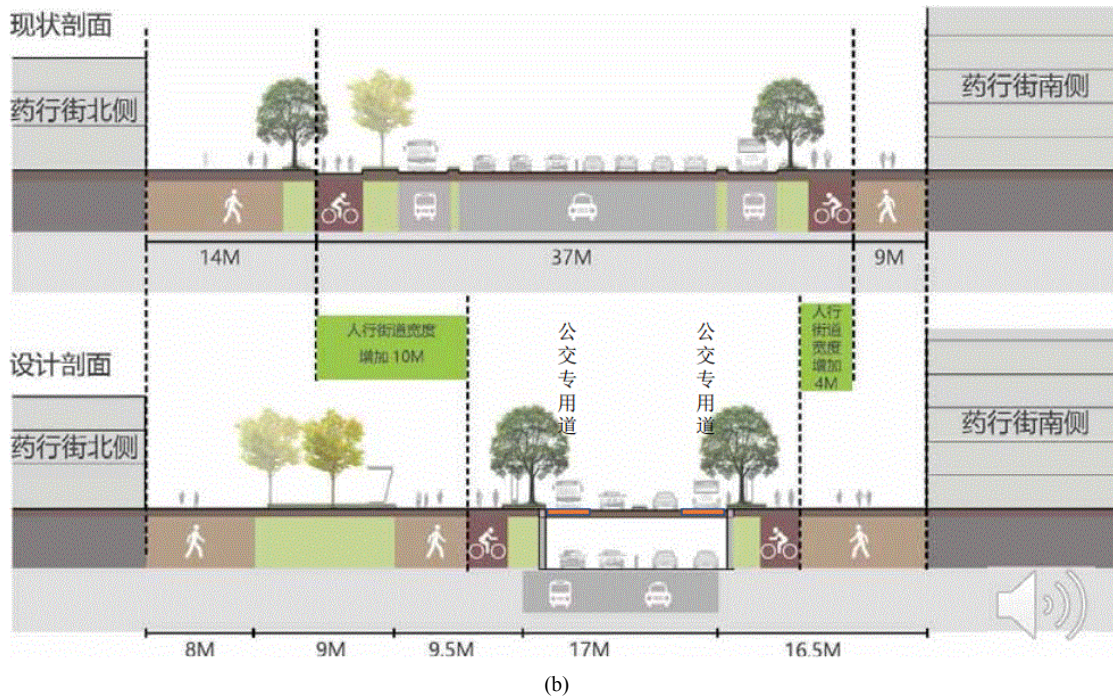


Figure 3. Overview of the project
图 3. 项目概况

Table 1. Traffic statistics of related roads
表 1. 相关路段的流量统计

时间	2018/6/1	2018/6/2	2018/6/3	2018/6/4	2018/6/5	2018/6/6	2018/6/7
长春路以西进入柳汀街的车辆数	5961	8974	7588	7517	8087	8274	7770
上述车辆从灵东或灵西岗驶出的车辆数	710	1520	1197	1003	1280	1357	1257
所占百分比	11.9%	16.9%	15.8%	13.3%	15.8%	16.4%	16.2%
灵东灵西岗以东驶入的车辆数	10594	14635	10920	9706	13031	14148	14003
上述车辆从马园或柳汀岗(长春路以西)驶出的车辆数	1446	3091	2231	1947	2585	2659	2505
所占百分比	13.6%	21.1%	20.4%	20.1%	19.8%	18.8%	17.9%

通需求；不仅如此，下穿隧道通行能力产生冗余后，会吸引更多的过境交通使用下穿隧道通行，从而给隧道上下游的相关路口带来巨大的交通压力。

综上所述，下穿隧道方案的地面两车道无法承担该区域的社会车辆到达交通需求，降低了三江口核心区社会车辆的可达性。该方案应予以否决。

4. 结论

本文提出了一种当车牌识别数据存在较大粗差，并且路网和卡口数据存在一定的位置偏差时的机动车出行轨迹提取算法，该方法的主要思想是利用路网的空间位置关系构建卡口之间的邻接表来剔除原始数据中的离散点和跳跃点。同时，在计算形成的覆盖树的基础上利用图论中的最长路径算法，得到车辆完整的行车轨迹。实验表明，本文提出的方法在城市路网流量统计、单双号限行、流量监控等领域都能够得到较好的应用。

参考文献

- [1] 许乃星. 基于信息提取的动态 OD 估计理念研究[J]. 西华大学学报(自然科学版), 2011, 30(6): 13-18.
- [2] 陈震霆, 等. 基于移动定位数据的出行 OD 获取技术研究[J]. 昆明冶金高等专科学校学报, 2014, 30(5): 19-23.
- [3] 王瑞鹏. 手机用户 OD 数据获取与流向模式提取[J]. 福建电脑, 2016(1): 92-94.
- [4] 吴亦政. 基于手机定位信息和出行调查的动态 OD 获取方法[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2014: 96.
- [5] 武明超. 基于移动通信网络数据的交通小区划分与 OD 分析方法研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2015: 86.
- [6] 邓伟伟. 基于 IC 卡数据的 OD 矩阵生成技术及其应用研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 电子科技大学, 2015: 81.
- [7] 阮树斌, 等. 基于车牌识别数据的机动车出行轨迹提取算法[J]. 浙江大学学报(工学版), 2018(5): 836-844.
- [8] 卢守峰, 等. 基于二流体模型的交通分析及 OD 出行时间矩阵[J]. 公路交通科技, 2015, 32(11): 132-137 + 142.
- [9] 张化安. 智能交通系统中车辆路径识别方法的研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 广东工业大学, 2014: 56.
- [10] 王京. 基于交通流参数的动态 OD 估计方法研究[D]: [博士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2012: 137.

附录 1

Algorithm I 利用空间拓扑关系剔除粗差

// 输入: original DataSet 为通过 SQL 语句查询得到的时间序列数据集

// 输出: result 为剔除了粗差后的数据集

```
public void Check Rationality (List<object>original Data Set)
{
    result.add (pointList[0]); //在结果数据集中加入第一个点
    //检查中间点的连续性
    For (int i = 1; i < pointList.Count - 1; i++)
    {
        if (check Speed (result [result.count-1], pointList[i]) == false)
        {
            if (result.count == 1)
            {
                //第一个点错了
                result.RemoveAt(0);
                result.Add(pointList[i]);
            }
            else if (Check Speed (pointList[i], pointList[i + 1]) == false)
            {
                //这是一个间断点
                continue;
            }
            else
            {
                if (Check Distance (result [result.count-1], pointList[i], pointList[i+1]))
                {
                    Continue;
                }
                else
                {
                    result.Add(pointList[i]);
                }
            }
        }
        else
        {
            result.Add(pointList[i]);
        }
    }
    if (Check Speed (result [result.Count - 1], point List [pointList.Count - 1]))
    {
        //检查最后一个点
        result.Add (point List [pointList.Count - 1]);
    }
}
```

//根据点位之间的距离判断合理性

//可以根据实际情况制定相应的规则, 本文试举例说明

// pre 为当前点位的前一个点, current 为当前点, post 为当前点位的后一个点 (后同)

Private bool Check Distance (IPoint pre, IPoint current, IPoint post)

//分别计算中间点位和前后两个点之间的距离以及前后两个点之间的最短距离

//如果中间点位与前后两个点之间距离的最小值要远大于前后两个点之间的距离, 则认为该点是粗差点

//根据行车速度值来判断合理性

//可以根据实际情况制定相应的规则, 本文试举例说明

Private bool Check Speed (IPoint pre, IPoint current)

//计算两个点位之间的行车速度

//如果两个点之间的行车速度超过 70km/h, 则认为该行车速度偏大, 从而否定后一个点的合理性

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2329-549X，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：gst@hanspub.org