

城市道路移动型检测器应用模拟分析

A Simulation Analysis of Floating-Vehicle Detector on Urban Road

贾元华 吴贵福 邬万江

(佳木斯大学机械工程学院, 佳木斯 154007)

JIA Yuanhua, WU Guifu, WU Wanjiang

(College of Mechanical Engineering, Jiamusi University, Jiamusi 154007, China)

摘要: 移动型采集技术是运用移动的车辆来检测道路上固定标识物,从而确定交通参数的方法。这项技术可用于先进的交通管理系统采集交通流数据。综合考虑了交通流数据的质量、成本等因素,对安装在车辆上的移动型检测器的样本量进行了研究,提出了移动型检测器最小样本量确定的一般原则和方法,并对最小样本量进行了优化设计。利用微观仿真模拟软件对城市道路移动型样本量方案进行模拟,确定了满足ATMS系统需要的移动型检测器采用的最小样本量。

Abstract: This article introduces a data collecting technique that uses floating-vehicles to detect fixed marks along a street, so as to determine traffic parameters. The technique can be used in Advanced Transport Management Systems (ATMS) to collect traffic flow data. This paper discusses the sample size, a critical issue in using the floating-vehicle detection technique while considering the data quality, cost and other factors, and presents general principles and methods for determining and optimally designing the smallest sample size. Micro-simulation software was used to simulate different sample-sizes, and thus to determine the smallest sample size of floating-vehicle detectors that meets the need of ATMS.

关键词: 城市道路;移动型检测器;样本量;模拟分析

Key words: urban road; floating-vehicle detector; sample-size; simulation analysis

中图分类号: U491

文献标识码: A

收稿日期: 2005-09-27

作者简介: 贾元华,女,硕士,佳木斯大学机械工程学院交通运输教研室主任、副教授,主要研究方向: 道路交通工程。E-mail: wgteacher@126.com

1 移动型检测器概况

先进的交通管理系统(Advanced Transport Management Systems, ATMS)是智能交通系统(Intelligent Transportation Systems, ITS)的核心子系统,其功能是识别道路交通状态,控制道路交通流,对紧急事件作出快速反应,从而缓解道路交通运行状态中的常发性和偶发性交通拥挤,缩短出行时间,降低能耗,减少交通事故,提高交通管理水平,实现道路交通社会效益与经济效益最大化。实现ATMS功能的前提是能够实时、准确地识别道路交通运行状态,这就需要获得实时、准确的道路网络的动态交通流信息。

移动型采集技术是运用移动的车辆来检测道路上固定标识物从而确定交通参数的方法。移动型的检测器并不是固定在道路网络中,而是安装在运行的车辆上。这种信息采集方法最大的优点是可以获得整个道路网络任一路段的区间交通流数据,因此,是未来信息采集技术的主要发展方向。

为了获得道路交通网络的真实运行状态,道路网络中必须有足够的装备有移动型检测器的浮动车(Floating Car, FC),才能满足交通流信息采集的精度要求。由于在一定时期内无法将所有运行车辆作为浮动车使用,因此,有必要综合考虑交通流数据的质量及其成本研究移动检测器的最小样本量^[1]。

2 最小样本量的确定原则及确定方法

2.1 最小样本量的确定原则

确定移动型检测器的最小样本量,遵循的基本原则有:

- ① 满足ATMS对基本交通流信息精度的要求;
- ② 采集交通

流信息的成本最低；③ 满足工程的可实施性。

上述最小样本量的确定原则定性地规定了检测器的样本量选取需要注意的一些问题，但是没有定量地分析移动型检测器的样本量在何种范围，其检测到的数据不能准确地体现道路网络的交通流运行状态。因此，有必要对移动型检测器最小样本量的确定方法进行研究。

2.2 最小样本量的确定方法

ATMS 利用移动型检测器可以获得道路网络内FC的行程时间，进而估计交通流的运行状态，为动态交通管理决策提供依据。在同一时段内同一路段上的FC越多，检测得到的行程时间越准确，但信息成本也会随之增加。因此，对移动型检测器的最小样本量进行优化研究具有重要的现实意义。

移动型检测器最小样本量确定方法的基本思想是：先给定一个检测器的初始样本量，运用FC获得特定路段上的平均行程时间，然后对检测器获得的行程时间与用模拟方法得到的真实行程时间进行比较，当两者的绝对误差值接近但不超过预定的误差标准时，可以认为这个移动型检测器的样本量是合理的。据此，本文采用的移动型检测器最小样本量确定方法的工作步骤为：

- ① 明确移动型检测器所服务的系统功能需求的检测精度；
- ② 根据移动型检测器最小样本量选取的基本原则进行初步分析；
- ③ 根据上述分析结果，设定移动型检测器的初始样本量；
- ④ 设计FC样本量与行程时间关系的评价方法，并确定评价标准；

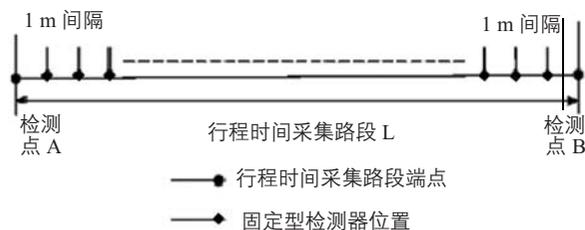


图1 移动型检测器的模拟方法示意图

Fig.1 An example of the floating-vehicle detectors simulation approach

⑤ 利用模拟软件对初始方案进行模拟，并对结果进行分析。如果满足优化设计方法的标准绝对误差，则选取此方案，否则，调整样本量，进行第二次模拟，直至获得满足优化设计方法的标准绝对误差的最小样本量^[2-3]。

3 方案设计与模拟结果分析

目前，高速公路上交通流的车辆构成比较复杂，绝大多数车辆为跨地区的长途出行，没有一定的规律，因此，移动型检测器应用在高速公路上比较困难。但是，城市内车辆构成比较简单，而且出行具有一定的规律性，尤其是运行在道路网络内的出租汽车为移动型检测器的应用提供了可能。因此，本文仅对城市道路条件下的移动型检测器进行模拟。

为了模拟分析移动型检测器的最小样本量，设计了几种移动型检测器的样本量模拟方案，并在不同道路服务水平(参照美国道路服务水平等级，本文未对F级进行分析)运行条件下进行模拟。

3.1 行程时间数据的采集

采用VISSIM 软件并不能跟踪获得单个FC经过设定路段间隔内的行程时间，但是可以获得一定时间段内在路段上FC的行程时间真值。为了对FC进行模拟，可以通过下面的方法近似模拟单个FC在采集路段的行程时间。

在道路网络中任何位置设置固定型检测器，可以获得交通量、车速、行程时间等参数。行程时间数据采集的具体方法是：利用VISSIM 中固定型检测器检测路段上任一路段断面的瞬时车速，然后将某一地点的时间平均速度转化成为区间平均速度。如果检测器之间的间隔足够小，那么某一地点的瞬时平均车速就近似等于区间平均车速。为了获得准确的路段行程时间，将模拟路段按1m的间隔设置固定型检测器(见图1)。当FC在设定的时间间隔内通过行程时间采集路段L时，可以获得该FC在路段上多个1m间隔内的固定型检测器检测的时间平均速度，将其近似转换成为区间平均速度，也就获得了多个小区间上的行程时间。将多个固定型检测器间隔上的行程时间累加就是FC在

该路段上的行程时间。

3.2 在不同道路服务水平运行条件下的方案对比及结果分析

为了清晰地表示各个方案的具体环境，本文对设计方案进行命名。在方案命名前，有必要明确浮动车的相对样本量的概念，相对样本量是指某一时间内浮动车的数量占道路网络中运行的全部车辆的比率。城市道路网络条件下的方案命名规则如表1所示。

在A级服务水平下，三个模拟方案如图2、3和表2所示。

从表2可以看出：方案3031的效果最好，估计行程时间的准确性达到97%以上，最大绝对误差也不超过4.59%；方案3021的效果也很好，估计行程时间的准确性在96%左右，最大绝对误差为4.85%；方案3031的效果较差，估计行程时间的准确性在92%左右，最大绝对误差接近11.28%。根据ATMS的系统功能和系统建设的经济性需求，估计行程时间值与行程时间真值之间的绝对误差值应当小于5%。由此可以得出：在A级服务水平下的方案3021既可以满足设定的绝对误差在5%以内的要求，又可以减少移动型检测器的数量，节约成本，是城市道路在A级服务水平下合理的样本量^[3]。

同样，分别对B、C、D、E级服务水平下的方案进行模拟，利用移动型检测器采集的行程时间值与行程时间真值的绝对误差，对检测器样本量的合理性进行分析，分析的结果见表3。

3.3 仿真模拟结果分析

① 移动型检测器的相对样本量选取为20%的方案，检测效果非常好，估计行程时间值与行程时间真值的绝对误差值在3%之内，此相对样本量可以满足任何服务水平下的ATMS对动态交通信息的精度要求；

② 移动型检测器的相对样本量选取为15%的方案，检测效果较好，估计行程时间值与行程时间真值的绝对误差值在5%以内，此相对样本量可以满足任何服务水平下的ATMS对动态交通信息的精度要求，同时还可以节约成本，是一种最为合理的相对样本量；

③ 移动型检测器的相对样本量为10%的方案，检测效果较差，估计行程时间值与行程时间真值的绝对

误差值在10%左右，但是在D级、E级服务水平下，此相对样本量下的估计行程时间值与行程时间真值的绝对误差值接近或者小于5%，满足ATMS对动态交通信息的精度要求。

④ 通过对比分析不同服务水平下的模拟结果，得出移动型检测器的相对样本量与道路网络内的交通量

表1 城市道路模拟方案的命名规则

Tab.1 Urban road simulation scenarios

相对样本量 /%	道路服务水平级别				
	A	B	C	D	E
10	3011	3012	3013	3014	3015
15	3021	3022	3023	3024	3025
20	3031	3032	3033	3034	3035

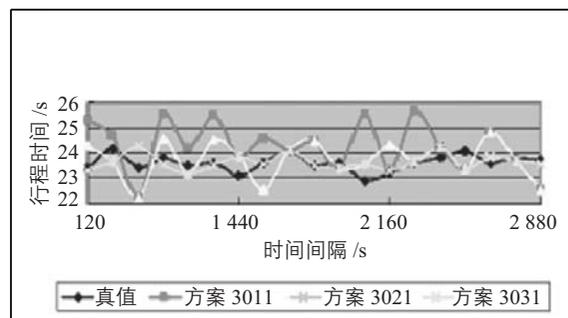


图2 在A级服务水平下的估计行程时间效果图

Fig.2 Estimated urban road travel time effects under LOS A

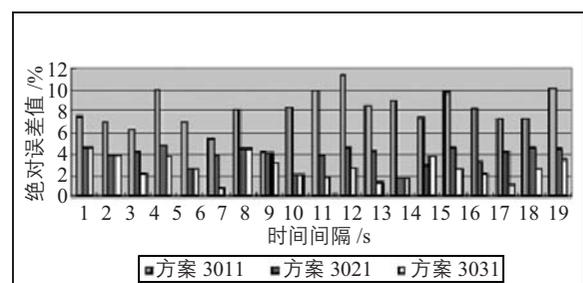


图3 在A级服务水平下3个方案的绝对误差比较图

Fig.3 A comparison of the absolute errors of the 3 scenarios under LOS A

表2 城市道路在A级服务水平下三个方案模拟结果

Tab.2 Simulation results of the 3 scenarios under LOS A

方案名称	绝对误差均值 /%	最大绝对误差 /%	方差
3011	8.05	11.28	3.00
3021	3.88	4.85	0.82
3031	2.72	4.59	1.15

表3 不同服务水平下模拟方案的结果对比

Tab.3 A Comparison of different LOS simulation results

方案名称	绝对误差均值 /%	最大绝对误差 /%	方差
3011	8.05	11.28	3.00
3021	3.88	4.85	0.82
3031	2.72	4.59	1.15
3012	7.42	10.91	5.65
3022	3.61	4.67	0.87
3032	1.29	2.59	0.32
3013	7.97	11.02	4.80
3023	3.51	4.85	0.93
3033	0.44	0.72	0.02
3014	4.95	7.47	1.88
3024	3.27	4.64	0.57
3034	0.39	0.80	0.03
3015	2.92	4.19	0.69
3025	1.46	2.59	0.43
3035	0.34	0.86	0.04

成反比例关系。例如，当移动型检测器的相对样本量选取为10%时，在D级、E级服务水平下估计行程时间值与行程时间真值的绝对误差值接近或者小于5%，而在A级服务水平下估计行程时间值与行程时间真值的绝对误差值为8.05%。

⑤ 通过对比分析不同服务水平下的模拟结果，得出移动型检测器的相对样本量与检测精度成反比例关

系。例如，在C级服务水平下，移动型检测器的相对样本量选取为20%、15%和10%时，其估计行程时间值与行程时间真值的绝对误差值分别为0.44%、3.51%和7.97%。

可见，移动型检测器样本量的确定可以根据系统功能的具体精度要求来设定，从而既能保证系统功能要求，又可确保建设投资的合理性^[4-5]。

参考文献

- 1 杨兆升.城市交通流诱导系统理论与模型 [M].北京:人民交通出版社, 2000. 219~230
- 2 汤灏.车辆检测器技术的选用 [J].中国交通信息产业, 2004, (3): 76~77
- 3 陈德望, 高海军, 陈龙, 等.城市高速道路微波检测器RTMS的检测精度分析 [J].公路交通科技, 2002, (5): 122~124
- 4 翟润平, 战俊.视频检测技术交通流参数的原理与方法 [J].中国人民公安大学学报, 1998, (1): 24~27
- 5 李德仁, 陈小明, 郭丙轩, 仲思东.车载GPS道路信息采集和更新系统研究 [J].武汉测绘科技大学学报, 2000, 25 (2): 96~99

展会信息

2006 粤港公路运输车辆展览会

2006 粤港公路运输车辆展览会将于12月19—21日在深圳体育中心隆重召开。此次展会以“人车路和谐、创效益交通”为主题，主题活动项目包括：2006中国公路运输车辆新技术应用研讨会；2006中国公路运输车辆市场营销专家讲座；2006粤港公路运输车辆展览会；现场客车卡车试驾体验活动等。

第十届中国(国际)交通安全产品及智能交通博览会

2007年4月9—11日，第十届中国(国际)交通安全产品及智能交通博览会将在上海世贸商城举办，本次博览会将开展丰富多彩的活动：高峰论坛、企业产品推介会、技术交流、展览展示、网上展览等。另外，

此次展会还将同期举办中国智能交通发展论坛，论坛主题：智能交通系统与安全；中国ITS产业的发展方向；智能交通时代中国道路交通建设与运输业。

2007 年中国国际公共安全——暨道路交通产品博览会

2007 年中国国际公共安全——暨道路交通产品博览会将于4月26—28日在陕西国际展览中心举行，本届博览会将以“科技创新、服务社会”为主题，采用全新的博览会运作模式，展示国际交通行业的最新动向，推进道路交通安全领域的国际技术交流与合作，为中外道路交通安全企业及用户、交通专家、学者提供一个交流、合作、贸易的平台。