

文章编号: 1002-0268 (2003) 02-0088-04

视频车辆检测器在高速公路上的应用

刘文智

(交通部公路科学研究所, 北京 100088)

摘要: 介绍视频车辆检测器的基本构成和工作原理, 分析影响视频检测精度的因素, 指出视频车辆检测器的优点, 讨论在高速公路主线和匝道上如何设置视频检测域。

关键词: 高速公路; 监控系统; 车辆检测器; 视频

中图分类号: U412.366

文献标识码: A

Application of Imaging-based Vehicle Detector on Expressway

LIU Wen-zhi

(Research Institute of Highway Ministry of Communication, Beijing 100088 China)

Abstract: This paper introduces the framework and principle of the imaging-based vehicle detector, analyzes the elements which affect the detecting precision, describes its stringpoints, discusses the configuration of the image detector on the trunk and ramp of freeway.

Key words: Freeway; Surveillance and control system; Vehicle Detector; Video

目前高速公路监控系统, 大部分采用环形感应线圈车辆检测器, 采集交通量、速度和占有率。然而环形感应线圈车辆检测器具有以下问题:

(1) 自身可靠性和寿命问题 感应线圈的埋设方式对可靠性和寿命影响很大, 易被重型车辆压坏, 在路面开裂、变形和修理时易损坏。

(2) 安装维护影响交通问题 感应线圈埋设在路面下, 因此安装和维护感应线圈时需中断交通。而且每次重新铺设路面都需更换线圈, 因此线圈的直接费用将持续增加。

(3) 影响路面寿命问题 安装感应线圈时需要在路面上切槽, 安装后再填充填料, 破坏了路面完整性, 影响路面寿命。

因此人们倾向于采用一种更易于安装和维护的车辆检测器。近年来, 随着视频处理技术的发展和成熟, 视频车辆检测器已成为一种新的选择。目前, 视频车辆检测器已在城市道路监控采用, 但在高速公路监控系统中应用尚不多见。本文将探讨视频车辆检测器在高速公路监控系统中的应用。

1 简介

视频检测, 是一种结合视频图像和电脑化识别的图像处理技术, 其结构如图 1 所示。视频车辆检测器由设置在现场门架(或路侧立柱)上的定焦摄像机和视频处理器所组成。在安装调试阶段需通过监控计算机在视频处理器产生的现场图像上设置虚拟车辆检测域, 用于模拟环形感应线圈或轴车辆检测器。当车辆通过虚拟检测域时, 视频处理器就会产生视频检测信号, 并在对其分析处理后输出交通量、车速、占有率等交通数据。

视频处理器的核心是视频处理算法, 包括视频采集、视频数字化、车辆检测和车辆跟踪(或交通参数提取)4个阶段。

在车辆检测阶段, 通过有无车辆的虚拟检测域进行对比, 检测到车辆, 进行车辆计数(即交通量), 并提取若干车辆特征参数。

在车辆跟踪阶段, 连续数帧视频中, 用车辆检测阶段提取的特征参数跟踪车辆, 如图 2 所示。然后对视频

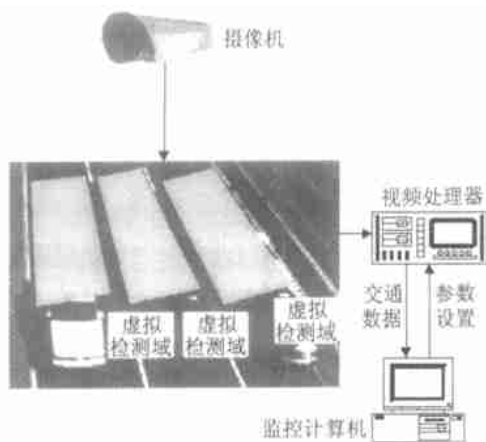


图1 视频车辆检测器结构

帧进行比较,并根据帧的时间间隔和由检测域栅格确定的空间距离,可计算出车速、车头间距等参数;由交通量和车速可进一步确定占有率等参数。视频处理可达到每秒30帧视频,可以满足数据实时性的要求。

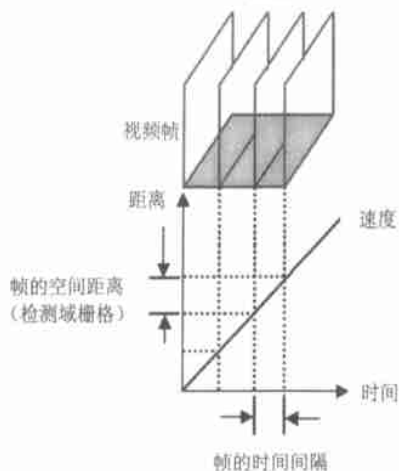


图2 车辆跟踪阶段

此外,视频处理器通过检测交通参数的突变,如速度骤减、占有率骤升等,通过设置阈值,并运用事故检测算法,可检测到不同类型的事故,如车辆停止、车辆排队、车辆阻塞、行车方向错误等。

经过视频处理,视频车辆检测器可产生所需的各种交通数据,包括:交通量、车速、占有率、车头距离、车型分类、车辆排队长度等,能够进行交通参数检测(交通量、车速和占有率)、停车车辆检测、车辆排队检测、自动事故检测等,并可用于匝道控制。

视频车辆检测器根据摄像机的不同可以分为2类:可见光视频车辆检测器和红外视频车辆检测器。可见光视频车辆检测器采用普通摄像机,红外视频车辆检测器采用红外摄像机。可见光视频车辆检测器在昼夜转换时,需通过检测周围环境照明和图像对比度来自动选择算法,经常因昼夜转换而导致误差;而红外视频车辆

检测器昼夜可采用同一算法,可提高检测精度。

2 优缺点

影响视频检测精度的因素主要包括4个方面:光学噪声、能见度、照明条件和图像遮挡。

光学噪声是指在检测区域内,车辆前灯反射和相邻车道的车辆阴影导致图像对比度的变化,干扰视频的分析处理,从而引起检测误差。视频处理器能够通过算法调整来消除光学噪声,提高灵敏度。

能见度及照明条件对可见光视频检测的影响较大,对红外视频车辆检测器的影响微乎其微。可见光视频车辆检测器通过检测周围环境照明和图像对比度自动选择检测算法,通过算法在一定程度上消除照明的影响。但如果将视频车辆检测器布设在互通附近,利用互通的路灯照明,则可在相当程度上抵消照明条件的影响。对于能见度的改变,可见光视频检测仍是通过算法调整来消除影响,但对于极低能见度,可见光视频检测很难满足检测要求。

图像遮挡分为前后遮挡和侧向遮挡,如图3所示。前后遮挡是指在检测域内,一辆大车后面紧跟一辆小车,小车被遮挡而漏检。产生前后遮挡主要是因为摄像机高度和检测域距摄像机的距离设置不当。当摄像机高度高于10m,并且检测域距摄像机的距离小于摄像机高度的10倍时,基本上不会发生前后遮挡。侧向遮挡是车辆挡住了相邻检测域内的车辆,使该检测域发生漏检。产生侧向遮挡主要是因为摄像机高度和摄像区域设置不当。当摄像机高度高于10m,摄像区域与路面宽度相配时,基本上不会发生侧向遮挡。而且高速公路上车辆行驶速度通常都在60km/h以上,车辆紧跟的现象基本不会发生,如摄像机的位置适当,图像遮挡的问题将基本不会出现。

视频车辆检测器的优点主要体现在4个方面:安装维护简便、提供图像监视、检测静止车辆、提供多种交通数据信息。

视频车辆检测器的安装简便,无须破坏路面;设置虚拟检测域时,不干扰正常交通;维护工作简单,只需偶尔清洗摄像镜头;调整方便,可随时调整检测域的设置,以满足不同的交通应用和道路覆盖范围;最大的好处是无须因道路维修而中断交通检测。

视频车辆检测器综合利用了摄像机的交通监视功能和车辆检测器的交通参数检测功能。在事故易发地段设置视频车辆检测器,除可检测到交通事故外,还可为交通管理提供可视图像做参考。

由于视频车辆检测器利用视频图像进行检测,因此

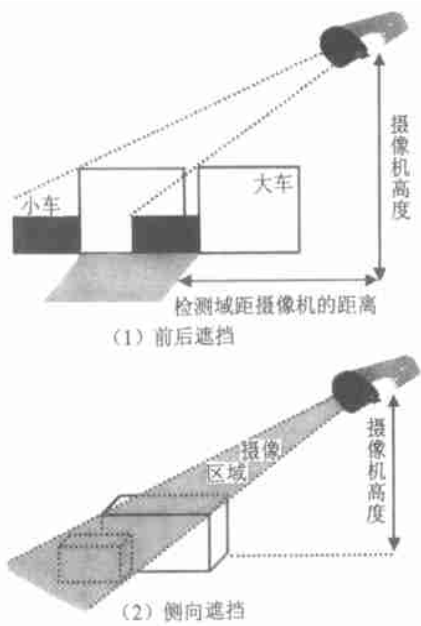


图 3 图像遮挡

可检测静止的车辆。而感应线圈只有在车辆行驶产生感应电流时才具有检测作用，因此不能检测静止车辆。

视频车辆检测器可提供大量交通数据信息。单台摄像机可检测 6~ 8 个车道，可同时进行交通参数检测、停车车辆检测、车辆排队检测、自动事故检测，相当于复用了 4 种检测器的功能。

目前，国内外研究的视频车辆检测器很多，如美国 Image Sensing Systems 公司的 Autoscope 系列产品，新加坡 Singapore Technologies Electronics 公司的 cetrac TMS2000，深圳市神州交通系统公司的 Video Trace 等。

3 应用

(1) 基本应用模式

视频车辆检测器在高速公路监控系统中应用的基本模式如图 4 所示。高速公路沿线设置的摄像机采集高速公路上的检测视频，传输到监控中心，连接到视频处理器上。通常 1 台视频处理器能连接 4 路检测视频。视频处理器对检测视频进行分析处理，获取交通参数后，将数据通过多串口卡传送到监控计算机中存储，将视频图像接入视频切换矩阵，送到监视器中显示。

监控计算机需要配置图像采集卡，进行视频显示，从而可以利用监控计算机进行虚拟检测域的设置。

目前，视频车辆检测器主要考虑城市道路监控的应用，在高速公路监控系统中应用时，通常需要对所采集的交通参数进行 2 次开发利用，如进行交通阻塞分析、交通事故分析等，此时需从监控计算机读取数据进行分析。目前视频车辆检测器通常带有监控软

件，该软件运行于监控计算机中，采用服务器/ 客户机的软件模拟，用户需进行客户机软件编程，利用服务器软件所提供的接口函数，达到从监控计算机中读取交通参数的目的。

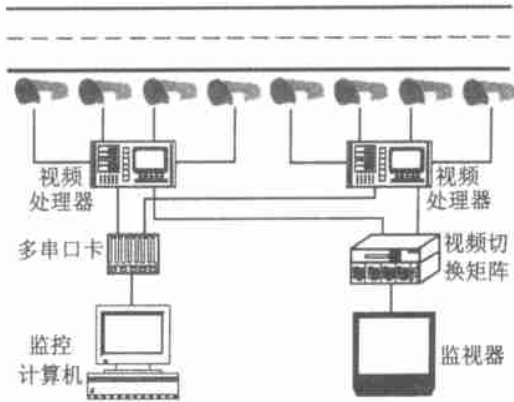


图 4 基本应用模式

(2) 视频检测域的要求

视频检测域通过计算机在视频图像上直接设置。由于视频检测域、车辆在视频处理中均使用实际物理尺寸进行计算，因此在设置视频检测域时应先选择路面参照物，并输入参照物的实际物理尺寸和摄像机高度。视频车辆检测器利用路面参照物的实际物理尺寸、摄像机的高度、检测域的位置将检测域、车辆换算为实际物理尺寸。

视频图像经数字化后，检测域实际上成为了栅格块。检测域太小，将影响检测精度，而检测域太大，将加大数据处理量，因此检测域的大小应满足一定要求。通常，检测交通量和速度时检测域横向与车道等宽或略窄于车道；纵向为平均车长即可。

(3) 主线上视频检测域的设置

视频车辆检测器在高速公路主线上应用的情形如图 5 所示。在超车道和行车道上均设置虚拟检测域，检测交通量、车速和占有率，用于进行交通阻塞和交通事故分析，为交通控制提供决策依据；同时在停车带上设置数个虚拟检测域，检测停车带上紧急停放的车辆。



图 5 主线上视频检测域的设置

进行主线检测时，视频车辆检测器不仅具备感应线

圈式车辆检测器所有的功能,而且能够对停车带上紧急停靠车辆进行检测。同时,可利用交通视频辅助决策,并且可节省与监控摄像机数目相等的车辆检测器。

如果是单向应用,可将摄像机设置在路侧,进行前向检测;如果是双向应用,则应将摄像机设置在中央分隔带中,一侧进行前向检测,一侧进行后向检测。图7显示了摄像机处在中央分隔带的情形。

(4) 匝道视频检测域的设置

高速公路匝道控制是指在高速公路出入口匝道处设置交通信号装置,调节高速公路匝道交通量,缓解或消除高速公路主线上的阻塞。实行高速公路匝道控制通常的做法是在高速公路主线和匝道上分别设置车辆检测器,检测主线和匝道的交通数据,根据交通数据的变化实施匝道控制。视频车辆检测器只需在出入口匝道设置虚拟检测域即可解决此问题,如图6所示。在高速公路互通立交的匝道旁,使用1台视频摄像机能直接检测交汇处区域内的交通状况,进行交通流量、速度、占有率和密度的测量,确定交汇处的交通容量,进行匝道交通量和主线交通量分析,更精确地进行匝道控制和主线控制。

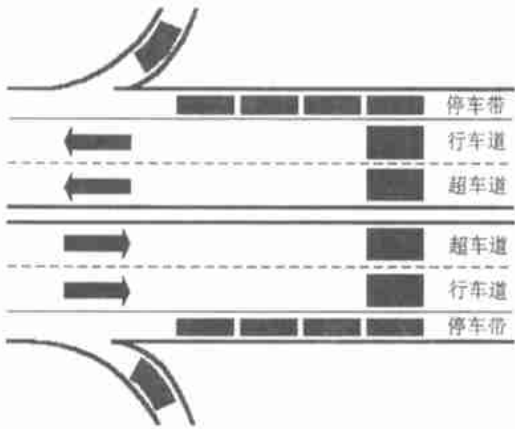


图6 匝道上视频检测域的设置

摄像机可设置在互通立交附近的中央分隔带中,主线设置如前述。在入口匝道和出口匝道附近分别设置一个虚拟检测域,如图7所示。

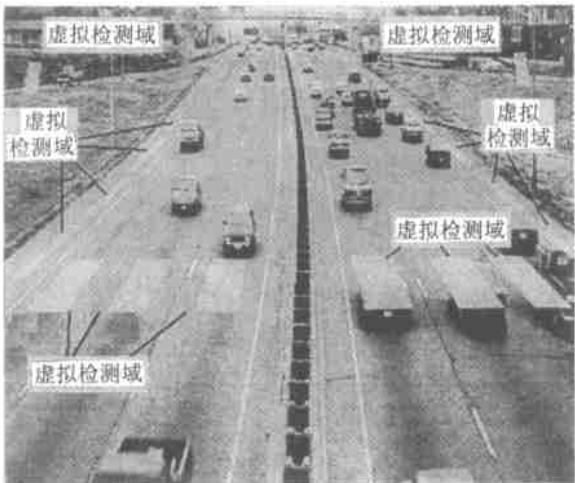


图7 设置出入口匝道的视频检测域

视频车辆检测器代表着未来交通参数检测的一种技术方向,具有广泛的应用前景。目前在建的广东省广州市新机场高速公路、江苏的苏嘉杭高速公路等已决定采用或部分采用视频车辆检测器。

参考文献:

[1] 高速公路丛书编委会. 高速公路交通工程及沿线设施 [S]. 人民交通出版社, 1999.

[2] Dr A Ng, K S Ang, Dr C C Chung, M K Gu, Y L Ng Change of Image [J]. Traffic technology International, 2001 (12) / 2002 (1).

[3] Dr Durga, P Panda, Mr Richard, D Jacobson, Dr Bruce E Bernard Image Sensing System Technology Advancement For Adaptive Traffic Management [C]. Florida: ITS World Congress in Orlando, 1996-10.

[4] 深圳市神州交通系统有限公司. 视频道路交通数据采集系统 [R]. 2001.