

文章编号: 0451-0712(2006)06-0203-03

中图分类号: U456.33

文献标识码: B

长(特长)隧道视频检测系统分析

傅 霆, 易 术, 蒋贵川

(四川省交通厅公路规划勘察设计研究院 成都市 610041)

摘 要: 利用视频检测技术可以为长(特长)隧道提供丰富的交通运行参数,但由于隧道环境条件所限,目前视频检测技术在隧道内使用存在诸多问题。本文在对长(特长)隧道视频检测系统进行认真分析的基础上,提出将整个隧道视频检测作为一个大系统对象,综合提取其交通运行的参数,应用后台信息处理方法,以提高各检测参数的可靠性。

关键词: 公路隧道; 视频检测; 交通流分析; 互信息最大化

1 视频检测概况

随着我国高速公路路网向山岭地区的逐步延伸,越来越多的长(特长)隧道出现在高速公路中,隧道已经成为山岭区高速公路的控制工程,隧道监控系统为保障山区高速公路正常、高效运营提供强有力的支持。在长(特长)隧道的监控系统中,视频监视是监控系统的重要部分,为隧道提供全程视频监视。一方面方便管理人员实时了解隧道的运营情况;另一方面可提高隧道事故发生后的处理、调度能力。

近年来,视频检测系统作为一种新的非接触式检测设备,在民用安防系统、城市道路监控和高速公路监控系统中逐步得到采用,并随着图像处理,人工视觉以及模式识别等领域技术的发展,视频检测技术日臻成熟。

公路隧道内环境封闭,有较完备的照明设施和作为隧道图像监控用的前端低照度摄像机,这些条件为采用视频检测提供了可能,因此隧道是高速公路上可以实施视频检测的区域。同时,使用视频检测系统不但能够分析出多种隧道交通流信息,包括车流量、车道占有率、平均车速、车型判断等,还可以为隧道火灾状况、能见度过低、行人非法进入等信息提供辅助检测手段。

目前高速公路视频检测系统主要产品是针对分离的单台摄像机的图像进行分析,得到的结果作为交通流分析和交通事件判断的依据。但由于在隧道内摄像机的工作环境较差(照度较低、灰尘污染较重

且公路隧道维护频率较低)、安装条件受限(安装高度一般不大于 6 m),采用视频检测系统得到的参数往往不能达到生产商所声称的精确度,这一点我们通过现场实验得到证实。那么是否可以认为,视频车辆检测系统作为一种交通流检测设备在隧道内不能采用呢?笔者经过认真分析,结论是否定的。以下通过分析视频检测系统在高速公路长(特长)隧道内的设计要点、技术特征,提出将隧道内多路视频监测得到的交通流信息进行综合分析,从而达到提高检测参数可靠性的目的。

2 视频检测与其他交通检测技术的比较

2.1 视频监测系统的构成和检测原理

通常的视频检测系统由三部分构成:视频采集,视频信息检测,视频信息管理。对于长(特长)隧道,视频采集由安装在隧道内的摄像机、光端机等设备构成,通过光纤将视频信息传送到信息的集中处理站点,进入到视频信息处理部分,此部分的关键设备是视频检测处理器,它主要由视频检测卡、DSP(数字信号处理器)及嵌入式软件组成,完成对视频信息的检测,得到的结果传送到图像工作站,视频信息处理软件对这些结果作出相对应的处理措施。然后,通过集中处理站点的计算机网络和监控系统,将这些处理的结果综合利用。一个隧道视频监控系统如图 1 所示。

摄像机拍摄的图像信号通过传输通道传入视频

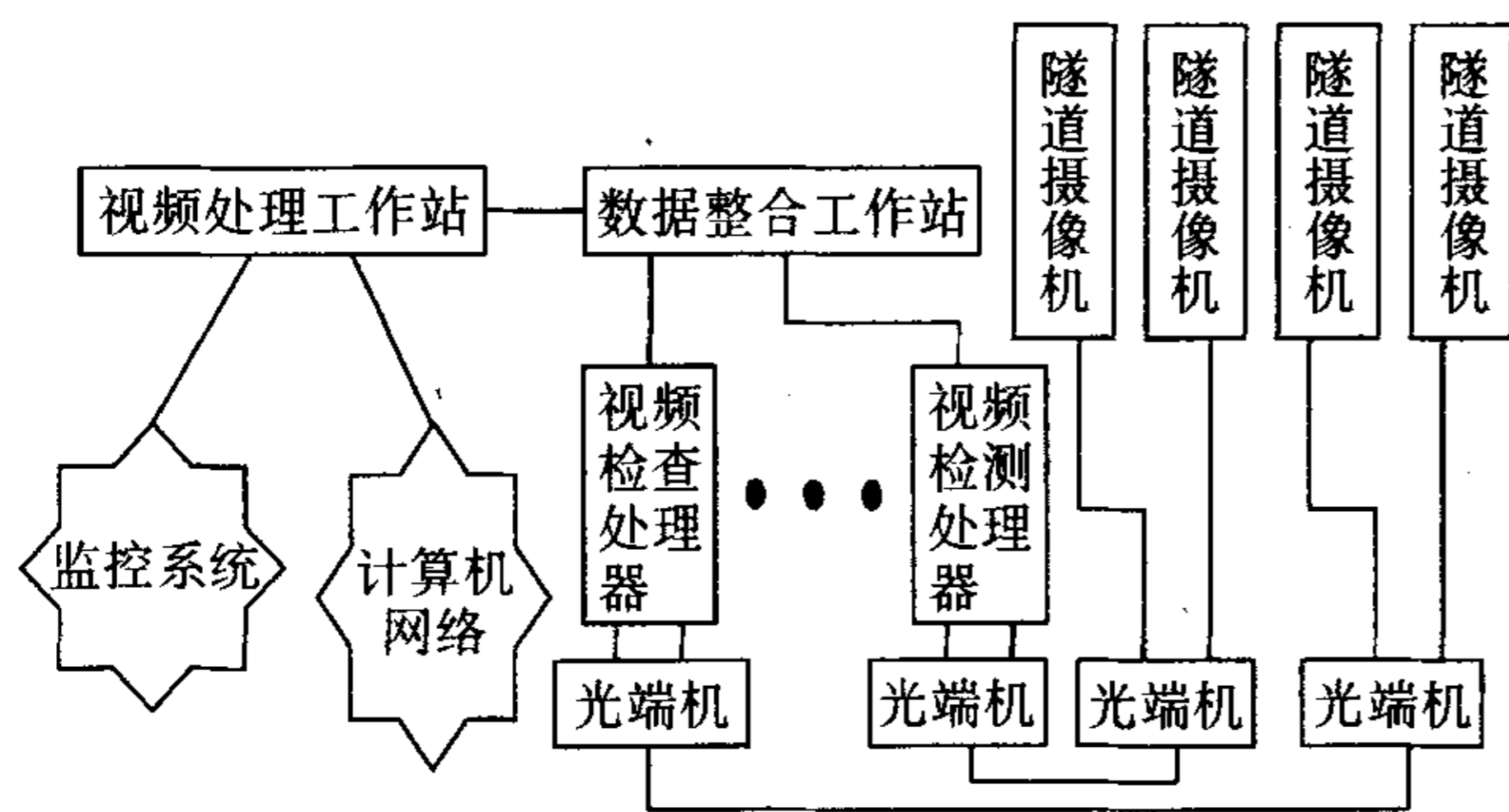


图1 隧道视频检测系统

检测处理器,处理器将图像信息数字化后,经过特征提取、背景估计、车辆分割、车辆跟踪等图像识别技术,实现由图像到交通流参数的转变。检测方法的基本思路是在图像采集范围内划定一些感兴趣的区域,称为虚拟车道,车道内无车通过时的图像作为背景图像存储起来,测量时将背景图像和前景图像作差分的方法检测出运动的或静止的车辆,再对临近各帧的图像作差分运算,可区分运动目标和静止目标,并可计算车速。

应当指出的是,上述检测参数的准确性必然受到DSP的功能和采用的计算方法两个因素的影响。在实际应用中,考虑到噪声干扰,DSP的计算速度等因素,基于滤波、特征提取,图像分割等各种图像分析方法被应用到这一领域,在环境条件和安装条件均处于理想的状态下,可得到比较满意的检测效果。

2.2 现有交通检测技术概述

现有的交通检测技术从原理上可以分为接触式检测技术和非接触式检测技术两类。

接触式检测技术的代表是环行线圈车辆检测器。其检测原理是通过在路面以下铺筑和安装检测线圈,当车辆经过线圈所在的路面时,环行线圈中的磁通量发生改变,产生检测信号,从而获得交通检测数据的检测技术。

视频检测车流量属于非接触式的检测技术。除此之外,目前得到实际应用的非接触式检测技术还有微波检测技术、红外传感检测技术等。这两种技术都是通过电磁波的间断性阻断来识别车辆并进行检测。

2.3 视频检测技术与其他交通检测技术的比较

环行线圈检测技术已经非常成熟,在实际中也得到了广泛应用。其优点是价格相对合理,误差率较低。但其最大的缺点就是必须进行破路埋设,一方面

会给路面带来不利影响;另一方面在长期承受车辆碾压的情况下一旦破坏,在更换时必须封闭车道,开挖路面,维护成本高,不利于高速公路通行效率的发挥。

非接触式检测技术则没有接触式检测技术的缺点。

按照相关规范的要求,无论隧道内采用何种交通检测技术,达到相应监控等级的隧道都必须设置摄像机。因此,与微波检测技术和红外线检测技术相比,视频检测技术在实用时省去了在隧道内安装检测器的工序,为设备的维护提供了很大的方便。此外,除了一般的车辆检测,视频检测处理器还可完成事件报警功能。这些事件包括:逆行、停车等非正常交通事件检测报警;烟雾、薄雾及雨雪等低能见度报警。

在高速公路监控业务中,由于突发事件容易引起重大事故,因此始终是高速公路监控的重要内容之一。尤其是在高速公路开通初期,交通量不大的情况下,发生交通拥堵的概率很小,交通监控的威胁主要来自于突发事件,此时事件检测对于高速公路监控就尤为重要。

因此,与其他非接触式检测技术相比,视频检测技术显然具有相当的优越性。但是,在目前的实际工程中,视频检测技术却并没有得到广泛应用。究其原因,是由于部分产品在实际应用和实验中,其检测精度不能达到满意的结果,因而影响了该技术的应用。

本文作者依靠信号分析的相关理论分析了视频检测技术应用环境和高速公路监控系统结构的相应特点,证明了只需合理应用信号检测和分析技术,对检测系统加以合理的改造,完全可以有效地解决这一问题,使视频检测技术在高速公路监控中发挥应有的作用。

3 长(特长)隧道视频检测信息的综合分析

隧道是一个封闭的行车环境,交通状况趋于一致。在隧道内视频监视点多,信息量大。在实践中,由于交通运行时的复杂性,检测分析得到的参数往往达不到厂商所声称的精确度。为了更有效地利用这些信息,可以将隧道内所有的视频检测看作是一个整体系统,在设计时增加一台数据整合工作站,其作用是将所有监视点的数据加以分析,得到更为精确的交通信息。

多台视频检测处理器得到的信息可以依靠信息处理的方法,如多维随机信号分析,最优化计算方法,数据融合技术等,得到更为精确的数据。下面以交通流量分析为例,通过分析叠加平均模型和基于互信息最大化的交通流动态检测两种方法,说明了在信息分析方法的支持下,隧道视频检测系统应有广阔的应用前景。

3.1 叠加平均模型提高交通流量数据

将各台视频检测处理器得到的交通流量看成是隧道内交通流量的多次测量,这样可设:

$$x_i(k) = s(k) + \zeta_i(k) \quad (1)$$

式中: x_i 表示第 i 台视频检测处理器得到的交通流量; ζ 是测量误差; $k=1, 2, \dots, m$, 表示第 i 次检测的样本; s 是需要估计的交通流量。

采用叠加平均的方法,即估计的 \hat{s} 为:

$$\hat{s}(n) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_i(n) = s(n) + \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \zeta_i(k) \quad (2)$$

当 ζ 是随机误差时:

$$E[\hat{s}(k)] = s(k) \quad (3)$$

$$\text{var}[\hat{s}(k)] = \frac{1}{m} \sigma^2(k) \quad (4)$$

很明显,当 $m \rightarrow \infty$, $\text{var}[\hat{s}(k)] \rightarrow 0$, 即随着检测点的增加,得到交通流量数据就越可靠。

3.2 基于互信息最大化的交通流动态检测

长(特长)隧道内视频检测点多,多台视频检测引入到隧道监控系统后,信息量越来越大,给隧道监控和管理带来很大的困难。借助于信号分析方法可以简化这一问题,下面介绍用互信息最大原理实现长(特长)隧道的交通流动态检测。

考察一组交通流在隧道内的通行状况,首先需要在不断变化的车流状况下配准这组车辆通过各个检测点的位置。最大互信息法是近几年来受到许多学者广泛关注的一种配准方法。由于这种方法的特点是仅仅依靠互信息这个测度,而没有对信息做更多的假设,使得这一方法有很宽的是适用性。

从信息的角度看待交通流问题,熵表示在单位时间内交通流的容量,互信息表示两组交通流统计关联程度。当 N 台车辆通过第 $k, k+1$ 两个视频检测处理器时,检测到两组关于相邻车辆通过时间间隔的样本 $X = \{\Delta T_1, \dots, \Delta T_i, \dots, \Delta T_{N-1}\}$ 和 $Y = \{\Delta T_1, \dots, \Delta T_j, \dots, \Delta T_{N-1}\}$, 这样可计算出这两组交通流的互信息为:

$$I(X, Y) = - \sum_i \sum_j P(\Delta T_i, \Delta T_j) \cdot$$

$$\lg \frac{P(\Delta T_i, \Delta T_j)}{P(\Delta T_i) \cdot P(\Delta T_j)} \quad (5)$$

其中, $P(\Delta T_i, \Delta T_j)$ 为样本 X 和 Y 的联合概率密度,可用如下公式确定。

设 ΔT_i 是第 k 个摄像机在时间 T_i 和 $T_i + \Delta T_i$ 检测到两辆车通过的时间间隔, ΔT_j 是第 $k+1$ 个摄像机在时间 T_j 和 $T_j + \Delta T_j$ 检测到两辆车通过的时间间隔,联合概率密度 $P(x_i, y_j)$ 可设计为:

$$P(\Delta T_i, \Delta T_j) = \begin{cases} \Delta T_j / \Delta T_i & T_i < T_j < T_j + \Delta T_j < T_i + \Delta T_i \\ (T_i - T_j + \Delta T_i) / (T_j - T_i + \Delta T_j) & \\ \Delta T_j / \Delta T_i & T_i < T_j < T_i + \Delta T_i < T_j + \Delta T_j \\ (T_j - T_i + \Delta T_j) / (T_i - T_j + \Delta T_i) & \\ \Delta T_j / \Delta T_i & T_j < T_i < T_i + \Delta T_i < T_j + \Delta T_j \\ (T_j - T_i + \Delta T_j) / (T_i - T_j + \Delta T_i) & \\ 0 & T_j < T_i < T_j + \Delta T_j < T_i + \Delta T_i \\ & \text{others} \end{cases} \quad (6)$$

这样,交通流配准过程为:对于视频检测处理器 k 的样本 $X = \{\Delta T_1, \dots, \Delta T_i, \dots, \Delta T_{N-1}\}$, 分别与视频检测处理器 $k+1$ 的检测样本空间 $Y = \{\Delta T_1, \dots, \Delta T_i, \dots, \Delta T_M\}$ ($M > N$, 为搜索空间) 依次取出的 $N-1$ 个样本值,按照式(5)和式(6)计算出对应的互信息 I , 取 $I(X, Y_p)$ 最大的位置作为配准的最佳位置。

在实际应用中,通过配准这 N 台车辆通过各个检测点的位置,按照摄像机 150 m 间隔,可以更准确地计算出这 N 台车辆平均占用时间和平均速度。而且,交通流互信息也是反映交通组织的一个重要参数。对于这些问题,更为深入的分析讨论放在以后的工作中。

4 结论和展望

通过上述分析可以看出,在图像处理、机器视觉、DSP 处理技术等前沿技术的推动下,视频检测技术已日趋成熟,它在隧道监控中将有广阔的应用前景。结合隧道视频检测技术的应用,本文在分析隧道内视频信号检测系统构成的基础上,指出了系统设计的一些特点,提出应将长(特长)隧道的多个视频监控点看成一个整体系统,设计专门的是视频数据整合系统,应用信息、信号处理方法,提高各检测参数精确度。

参考文献:

- [1] GB/T 18567-2001, 高速公路隧道监控系统模式标准[S].

文章编号: 0451-0712(2006)06-0206-04

中图分类号: U453.5

文献标识码: B

公路隧道通风计算分析系统中的 XML 设计与实施

项小强

(浙江省交通规划设计研究院 杭州市 310006)

摘 要: 从公路隧道通风计算分析系统的要求出发, 简要地介绍了 XML 的特点和优势, 并将 XML 引入到项目文件的设计中加以实施, 从而很好地实现了通风计算项目的统一管理。

关键词: 通风计算分析系统; XML; 数据格式; 项目文件

1 问题的提出

随着公路建设的飞速发展, 我国的公路隧道在向长大化发展中取得了可喜的进步。在公路隧道营运过程中, 为了保证车辆行驶的安全和舒适, 隧道内必须进行机械通风和人工照明。隧道通风计算分析是公路隧道通风设计中的一个关键内容。由于在隧道通风计算中要考虑各种不同的工况, 如车速、交通量、交通方式和通风方式等, 其计算的复杂性和巨大的计算量需要高效的通风计算分析系统软件的支持。在公路隧道通风计算分析系统研制中, 通风计算项目工作文件(以下简称项目文件)的组织结构和各种变量或参数及数据的输入与存储管理是系统设计阶段的主要问题之一。

项目文件是对一个通风计算项目的基本表达单位, 它必须包括通风计算中所有的计算变量或参数及数据。项目文件的格式首先应该满足能够由计算机正确处理。常用的数据文件格式有文本文件和数据库文件(包括 Excel 等类型的文件)。由于通风计算中如预测年份与交通量、隧道分段长度与坡度等变量或参数的个数不能在程序设计阶段事先确定, 而常用的文本文件格式和数据库文件格式都不能满

足变量或参数及数据个数可变的要求。是否有一种既能满足上述要求又能以可读的方式进行数据交换的规范的数据格式呢? 答案是肯定的, 这就是 XML 格式数据。本文将对项目文件的 XML 设计和实施作一介绍。

2 XML 的特点和优势

2.1 XML 的特点

XML(Extensible Markup Language, 可扩展标记语言)是由万维网联盟(W3C)定义的一种语言, 同时也是一种用于描述数据的开放技术。它诞生的时间虽然还不长(于 1998 年推出), 但是作为一种新兴的计算机技术, 其广泛的应用领域和对互联网产生的深刻影响都是引人注目的。类似于 HTML(Hypertext Markup Language, 超文本标记语言), 它们都根植于 SGML(Standard Generalized Marked Language)。作为 SGML 的简化版本, XML 具有了更广泛的易用性。

XML 沿袭了 HTML 的一个最有用的特征, 即可读性。它跟 HTML 的不同之处在于 XML 表示数据, 而 HTML 是一种显示数据的机制。HTML 兼顾

收稿日期: 2005-09-19

[2] GB 50198-94, 民用闭路监视电视系统工程技术规范[S].

[3] 交通工程手册[M]. 北京: 人民交通出版社, 1998.

[4] 张贤达. 现代信号处理[M]. 北京: 清华大学出版社, 1995.

[5] 章毓晋. 图像工程——图象处理和分析(上、下册)[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.

[6] 常迥. 信息理论基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 1993.