

路桥收费站的一种新型图像监控系统

马祖长 孙怡宁 朱迎江 张 军

(中国科学院合肥智能机械研究所,合肥 230031)

E-mail: zcma@mail.iim.ac.cn

摘 要 文章介绍了一种适用于路桥收费站的新型图像监控系统的软硬件组成和工作原理,该系统针对路桥收费站监控的实际需求和特点,综合运用数字和模拟两种图像监控技术,结合两者的优点,在实际使用中取得了良好的效果。

关键词 监控 图像 UDP

文章编号 1002-8331-(2003)23-0214-03 文献标识码 A 中图分类号 TP391

A New Image Monitoring and Control System Used in Toll Gates

Ma Zuchang Sun Yining Zhu Yingjiang Zhang Jun

(Institute of Intelligent Machines, Chinese Academy of Sciences, Hefei 230031)

Abstract: The principle and system composing of a new image monitoring and control system applied in toll collection is introduced in this paper. This system is designed according to actual requirement and specification of toll collection. In this system both digital and analog image monitoring and control technique is used. This design project achieves satisfactory effect in application.

Keywords: Monitoring and Control, Image, UDP

1 前言

路桥收费站监控系统要求对每个道口的图像以点对点的方式进行实时监控,在监控室内使用多台监视器,每一台监视器显示一个道口的当前图像信息,保证监控员可以清楚地观察道口车辆通行和收费过程。车辆通过收费站时,要求将车辆通过时的道口图像存储下来,以便于在出现特殊情况(如:收费纠纷、车辆冲卡等)时由主管部门审带。

目前,收费站较多采用的图像监控主要是模拟方式,将摄像机的视频信号在监视器上实时显示,同时经过多画面分割器将多个摄像机图像合并为一个图像,用来进行不间断录像,采用这种方式的主要问题是:视频信号的数据需要耗费大量的磁带;经过多画面分割后的图像由于分辨率较低,往往无法看清楚车辆牌号;查询某个收费过程比较麻烦。也有一些收费站采用数字化图像监控,在前台收费机通过图像采集卡将摄像机的视频信号数字化,经过压缩后通过局域网传送到监控室,采用这种方式的主要问题是:对于网络带宽有较高要求;要实现多道口实时图像显示,必须使用多台计算机;实时监控图像抖动问题难以解决;数字化录像时时刻刻在进行,其中只有少部分信息包含车辆和收费过程信息,造成存储介质的浪费。

笔者设计的图像监控系统以模拟视频信号实时显示,以数字化图像保存。与计算机辅助收费系统相结合,实现收费过程自动抓拍,较好地满足了路桥收费站的监控需求。

2 系统硬件构成

监控系统的硬件主要包括摄像机信号输入、字符叠加器、视频切换器、图像采集卡、视频工作站、道口收费机等部分,其系统原理如图1所示。

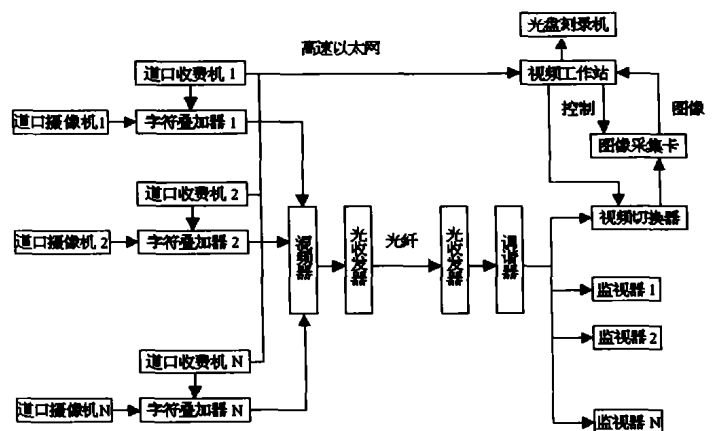


图1 路桥收费站图像监控系统原理图

2.1 道口摄像输入

道口摄像输入包括摄像机、镜头、防护罩、支架等,摄像机镜头对准收费亭左侧道口自动栏杆前方,所有的通行车辆都会在此停靠。在保证拍摄车辆牌照的前提下,尽量拍摄车辆全貌。为适应天气变化,开启自动光圈。为减少车辆行进时的模糊效应,开启高速电子快门。

2.2 道口收费机

道口收费机为工控机,运行收费软件,车辆通过时,收费员根据收费情况进行相应操作,收费软件将操作员工号、道口号、收费金额等信息通过串行口发送给字符叠加器,将这些信息叠加到道口图像上。同时,收费软件通过局域网将上述信息发送给视频工作站,通知抓拍当前道口图像。

2.3 视频信号传输设备

作者简介:马祖长(1974-),男,工程师,研究方向:智能传感器,多媒体网络技术。孙怡宁(1962-),男,研究员,博导,研究方向:信息融合,传感技术。

普通视频电缆的有效传输距离较短(300米左右),系统采用光纤增大图像传输距离。在图像采集前端,所有的视频信号进入混频器,混合为同一射频信号,经过光发射器调制为光信号,通过光纤传输;在监控室端,由光接收器解调为电信号,通过调谐器还原出各路视频信号。

2.4 监视器

每个监视器显示一个道口的实时视频信息,监控员从监视器上可以清楚地看到当前各道口车辆通行情况和叠加的收费信息。

2.5 视频切换器和图像采集卡

从解频器输出的视频信号,一方面进入监视器,另一方面输入视频切换器。系统采用的是16路输入,4路输出,通过串行口与视频工作站通信。在软件控制下,可将任何一路输入视频信号切换至任何一输出通道。图像采集卡为4通道采集卡,支持实时视频图像的MPEG、JPEG格式压缩。在软件控制下,可以抓取单帧图像或视频流(即AVI文件)。

2.6 视频工作站

为专用视频工作站,提供大容量硬盘空间(200G字节容量)。一旦收到前台某个道口收费软件的抓拍命令,就将该道口视频信号切换至空闲的视频采集卡通道,根据需要抓取单帧图像或一个视频流。提供光盘刻录机,用来转存图像文件。

3 系统工作原理

监控员在监控室内通过监视器观察当前道口车辆通行情况,收费员在前台收费亭内征收车辆通行费。

道口有车辆到来时,根据车辆类别有如下四种收费可能:正常收费、月票、免票、拒缴冲卡。收费员进行相应的操作,收费软件在将这些事件写入后台数据库服务器的同时,进行下面两个操作:

(1)通过串行口,将车辆的通行费征收信息写入字符叠加器,将这些信息叠加到当前车道图像上。

(2)使用Winsock的用户数据报文协议(UDP),通过局域网,通知视频工作站抓拍当前道口图像。采用UDP数据报文传输信息,不需要在通信计算机之间建立连接,适合传输少量数据。

视频工作站接收到前台的抓拍请求,将请求录像的道口图像通过视频切换器切换到空闲的图像采集卡通道。如果是拒缴冲卡车辆,抓取5秒钟的视频流,以MPEG的压缩格式保存为AVI文件;其它情况则抓取单帧图像,以JPEG格式保存。

图像采集卡有4个通道,只要前台收费机在同一时刻没有4个以上的录像请求,就可以满足录像要求,这样的设计对于一般规模的收费站不会出现漏拍现象。较大规模的收费站可以通过增加采集卡通道或增加视频服务器的方法来提高视频抓拍能力。一次收费过程中,从操作员完成收费到自动栏杆完全抬起车辆通过,有至少3秒的时间,在此期间,车辆停留在自动栏杆前等待通过,足够视频工作站完成视频切换和图像抓拍工作。

为方便文件转存与过期文件删除,按照收费日期建立文件夹,文件夹的命名包含收费日期信息。为方便检索和查询,在保存图像时,文件的命名遵循表1的格式。

采用这样的视频抓拍方法,极大地减少了用于保存图像信

息的介质。按照一个日通行车辆8,000的中等收费站计算,每辆车的图像数据为100K字节,则每天保存的图像少于1G字节。一个视频工作站提供200G的硬盘空间,可以保证记录200天的图像信息。而通常情况下,收费站只要求保存1个月的图像信息,这样的存储容量能够满足要求。

表 1

字符编号	含义
1	收费类别,包括正常收费、月票、免票、拒缴冲卡
2~5	收费时间,精确到分钟
6~7	道口号:收费发生的道口编号
8~10	工号:收费员的工号

4 软件设计

监控系统的软件主要包括:收费机对字符叠加器的控制、视频工作站对切换器和图像采集卡的控制、收费机与视频工作站之间的通信、视频工作站管理软件。收费软件和视频工作站软件采用Visual Basic 6.0开发,下面分别介绍。

4.1 收费机对字符叠加器的控制

收费机通过串行口与字符叠加器通信,控制字分为命令和叠加信息两种。其中命令有打开叠加器、关闭叠加器、叠加信息清零和图像刷新等四种。控制数据包括道口号、收费员工号、金额、时间、车辆吨位。控制字以字符串的形式发送,格式如表2。

表 2

字符编号	含义
1~2	"AA":固定字符,起始标志
3	"C":命令;"D":控制
4~5	道口号
6~8	收费员工号
9~11	收费金额
12~13	车辆吨位
14	校验和

4.2 收费软件与视频工作站的通信

收费软件采用Winsock控件的UDP协议与视频工作站通信。收费软件的Winsock初始化程序如下:

```
Winsock1.Protocol=sckUDPProtocol '指定使用UDP协议
Winsock1.RemoteHost="192.168.0.9" '指定视频工作站的IP地址
Winsock1.RemotePort=1002 '指定要连接的视频工作站端口号
Winsock1.Bind 1001 '本机用于通信的端口号
```

车辆通过时,收费员执行相应的收费操作,收费软件在将收费信息保存于数据库的同时,调用Winsock的Send方法,向视频工作站发送抓拍请求信息,格式如表3:

表 3

字符编号	含义
1~2	"CD":起始标志
3~4	道口号
5~7	收费员工号
8	收费类别,包括正常收费、月票、免票、拒缴冲卡
9~11	收费金额
12	校验和

4.3 视频工作站对切换器和图像采集卡的控制

收费机向视频工作站发送录像请求,触发工作站Winsock控件的DataArrival事件。通过GetData方法可以得到请求信息。首先根据请求道口号,通过视频切换器将相应道口的图像

切换至空闲的采集卡端口。对切换器的控制相对简单,控制字格式为“CI”+输入通道+“CO”+输出通道。切换器接受到控制命令后释放指定输出通道已有的连接,并建立新的连接。

切换完成,等待 0.2 秒钟后,图像稳定下来,就可以将指定道口的图像抓拍下来,按照上面叙述的命名规则建立图像文件,保存于硬盘。对于拒缴冲卡的车辆抓拍 5 秒钟的视频流,其他情况在 0.5 秒内完成抓拍。

4.4 视频工作站管理软件

为方便用户操作,视频工作站提供了一些辅助功能,包括:查询,允许以各种条件查询图像文件,可以方便地找出某一个车辆的收费图像;统计,根据多种分类依据统计抓拍的图像;转存,可以将一些重要的图像转存于光盘,作长时间保存;过期删除,将已经超出保存期限的图像文件删除。

5 结论

系统结合路桥收费站的实际需求和特点,综合利用了数字

和模拟两种图像信息,以模拟视频信号进行实时监控;结合计算机辅助收费系统,以数字化信息保存图像。与普通模拟监控系统相比,在基本不增加系统造价的基础上,避免了以磁带形式保存图像带来的存储介质需求量大、检索困难、须手工换带等弊端;与普通数字化监控相比,实时监控效果较好,在收费软件的控制下进行数字化录像,大大节省了硬盘空间。在已经投入使用的几个实际系统中取得了良好的效果,适合于各类停车收费站,具有一定的推广价值。(收稿日期:2002年7月)

参考文献

- 1.杨媛媛,陈亚光.基于 UDP 的远程医疗信息传输[J].计算机工程与应用,2002;38(9):230~231
- 2.莫宁,俞宁.局域网视频数据传输的应用研究[J].微型机与应用,2000;(4)
- 3.程燕等.基于数字化图像的发电厂自动监控系统[J].电子技术,2002;(3)
- 4.张志勇等.视频智能交通系统[J].计算机工程与应用,2001;37(6):113~116

(上接 25 页)

目标的位置等参数,而不必进行回溯操作来确定每级的完整轨迹。当稳定地检测出目标后,弱小目标搜索、检测阶段结束,转至目标跟踪阶段。

(2)级检测门限 V_T

若 DP 算法每级为 K 帧,其中有目标的为 n 帧。背景噪声 $w_i \sim N(\mu, \sigma^2)$ 分布,目标亮度保持不变,不妨设 $A_i = A$,则不难分析 K 帧图像灰度累加值:

$$S(X_N) \sim N((K \cdot \mu + n \cdot A), (\sqrt{K} \cdot \sigma)^2), n=0, 1, \dots, K$$

当 $n=K$ 时, $S(X_N)$ 正好为轨迹上 N 个单点目标的灰度累加值,因此可取阈值:

$$V_T = K\mu + KA - \lambda\sqrt{K}\sigma, \lambda > 0 \quad (11)$$

由 $SNR_0 = \frac{A}{\sigma}$ 知:

$$A = SNR_0 \cdot \sigma \quad (12)$$

按式(11)选取的阈值,可得检测概率和虚警概率分别为:

$$P_D = P(Z > V_T), Z' \sim N(K \cdot \mu + n \cdot A), (\sqrt{K} \cdot \sigma)^2) \\ = P(Z > -\lambda), Z \sim N(0, 1) \quad (13)$$

$$P_{FA} = \Pr(\max_k I(x_k) > V_T) \quad (14)$$

由上述分析可知,在 P_D 和 P_{FA} 一定的情况下, SNR 越低, DP 算法每级要处理的图像帧数越多。另外,小目标检测算法必须在目标溢出视场前做出决策,因此 DP 算法每级处理的帧数 K 受图像大小、目标在相邻帧间运动速度的限制,而不能无限增大。

需要指出的是,这里采用级检测门限,而没有将最大指标函数值作为唯一的可能目标,是为了算法能对多于一个像素的目标进行检测。另外,对于 DP 算法的检测结果,需要根据距离最近准则进行点聚合,以确定目标的大小;并根据目标轨迹的连续性对运动目标的轨迹进一步确认,降低虚警率。

(3)存储量

采用图 2 的小目标检测方式,检测管道中的图像数据(或

决策数据)都需要保存。 SNR 越低,需要保存的数据量越大。这对于弹载红外信息处理机而言,很难实现。因此, DP 算法要在每级处理的帧数、存储量及计算量之间折衷处理。

4 实验结果及结论

采用在云层中飞行的红外弱小目标的图像序列,图像大小为 256×256 ,目标的信噪比小于 2,按给出的检测概率($\geq 99\%$)与虚警概率($\leq 10^{-6}$)计算出的 DP 算法检测门限,并结合点聚合方法,对信噪比小于 2 的弱小运动目标能进行准确的检测和跟踪。

该文提出的用于红外弱小目标检测的正向 DP 方法,不仅计算量较少、并行性好、实时性强,易于硬件实现,而且对低信噪比条件下的弱小目标具有很强的检测性能,是一种实用的弱小运动目标实时检测方法。(收稿日期:2003年6月)

参考文献

1. Blostein S D, Huang T S. Detection of small moving objects in image sequences using multistage hypothesis testing. IEEE ICASSP, 1988: 1068~1071
2. Reed I S, Gagliardi R M, Stotts L B. Optical moving targets detection with 3-D matched filtering [J]. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 1988; 24: 327~336
3. Reed I S, Gagliardi R M, Stotts L B. A recursive moving-target-indication algorithm for optical image sequences [J]. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 1990; 26: 434~440
4. Barniv Y, Kella O. Dynamic programming solution for detecting dim moving targets Part II: Analysis [J]. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 1987; 23: 776~787
5. Tonissen S M, Evans R J. Performance of dynamic programming techniques for track-before-detect [J]. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 1996; 32: 1440~1451
6. Johnston L A, Krishnamurthy V. Performance analysis of a dynamic programming track before detect algorithm [J]. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 2002; 38: 228~241