

文章编号: 1002-0268 (2003) S1-0109-04

图像抓拍技术在公路收费系统中的应用

苏浩然, 杨光, 袁莉
(交通部公路科学研究所, 北京 100088)

摘要: 对图像抓拍技术在公路收费系统中的应用进行探讨, 对图像抓拍的技术原理和设备情况进行介绍, 并对一些应用中出现的问题进行讨论。

关键词: 公路; 收费系统; 图像抓拍

中图分类号: TN949.292

文献标识码: A

Application of Image Grabbing in Highway Toll System

SU Hao-ran, YANG Guang, YUAN Li

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

Abstract: This paper discusses the application of image-grabbing technology application in the highway toll system, introduces the technical theory and overview of the products and analyzes some problems in the application.

Key words: Highway; Toll system; Image-grabbing

1 抓拍的目的

随着我国高速公路联网收费里程的日益加长, 车辆换卡作弊问题浮现出来, 解决换卡作弊的手段之一就是增加核查机制。

解决换卡作弊的方案, 是在入口将车辆的图像或牌照号记录下来, 在出口进行比对, 如果出现不一致, 则可认为车辆在行驶途中换了通行卡, 有作弊的企图。无论是获取车辆的图像还是获取车牌号, 都必须进行图像抓拍。

目前高速公路在收费车道基本都配备车道控制器, 包含了工业控制计算机, 同时在收费车道也配备了车道摄像机, 用以监视收费交易和车辆通过情况, 这样就具备了图像抓拍的基本硬件条件。只需在车道控制器中安装图像抓拍设备, 即可实现车道的车辆图像抓拍。这样, 在入口将车辆的图像抓拍下来, 并叠加处理数据, 将图像传输到收费中心存储, 当车辆到达出口车道时, 按照通行券的序号将图像从收费中心调出, 即可查出此车辆在行驶过程中有无换卡作弊。另外, 在出口车道进行图像抓拍, 将特殊处理车

辆的图像保存下来, 能够快速检索, 便于收费监控管理人员进行复查。图像抓拍还有一个目的就是为车牌自动识别做好准备, 在车道计算机中将图像进行识别, 可得到车辆牌照的字符和数字, 为管理和核对提供了方便。

2 抓拍的原理

目前闭路电视监视系统使用的视频信号大多是模拟信号, 比较常见的制式有 PAL、NTSC、SECAM 等, PAL 制是欧洲与中国使用的标准, NTSC 制是美国和日本使用的标准, SECAM 是法国使用的标准。

视频信号是由一幅幅静止的图像组成, 并按照一定的频率依次播放, 所以图像抓拍就是从视频流中取得一幅制定的图像。

PAL 制和 NTSC 制都采用隔行扫描方式, 通常在闭路电视监视器上看到的视频图像是隔行扫描出来的, 其原理是: 在显示一幅画面时, 由阴极射线管发出的扫描电子束首先扫描屏幕上的奇数行, 显示出来的是一幅中间有空行的画面, 这个画面称为一场, 之后再扫描偶数行, 两场图像叠加在一起, 由于视觉暂

留的原理，人眼看到的就是一整幅完整的画面了，称为一帧。所以一幅完整的画面包含两场。图像抓拍就是将这两场信号记录下来，并还原为一幅完整的画面，以上就是数字化的基本原理。PAL制每秒显示25帧图像，每帧图像分辨率为625线，每帧图像包含2场图像。

抓拍图像的主要设备是图像捕捉卡，视频流进入图像捕捉卡中，图像捕捉卡根据视频信号中的场同步信号和行同步信号判断一场的的第一行，并从一场的的第一行开始进行记录；由于视频流中记录信号的方式是模拟信号，所以图像捕捉卡以A/D（Analog/Digital模拟/数字）转换的方式采集视频信号。在得到了完整的两场信号后，图像捕捉卡通过运算将两场信号还原为一帧图像。

图像捕捉卡能够暂存若干帧视频信号，当收到新的视频帧时，就以最新的帧替换最旧的帧，这样保证系统中始终保存最新的若干帧。当收到抓拍命令时，

图像捕捉卡将最新的一帧图像传送到计算机内存中，形成静态图像。系统软件可从内存中读取该图像，进行叠加、压缩及存储。

3 图像抓拍设备概述

图像抓拍技术进入公路行业已经有多年的历史，在此期间计算机和电子设备的更新速度是惊人的，图像抓拍设备也是不断推陈出新，而且价格也逐步下调，所以可选余地越来越大。

(1) 内置式与外置式的比较

按照图像抓拍设备与计算机的接口来分，图像抓拍设备可分为内置式和外置式两种，内置式一般采用PCI总线方式，直接安装在计算机内，作为计算机的一块接口卡。外置式早期采用并口方式与计算机相连接，现在已出现使用USB接口或10/100M局域网接口与计算机连接。如图1所示为内置式抓拍设备与外置式的接口和结构进行比较。

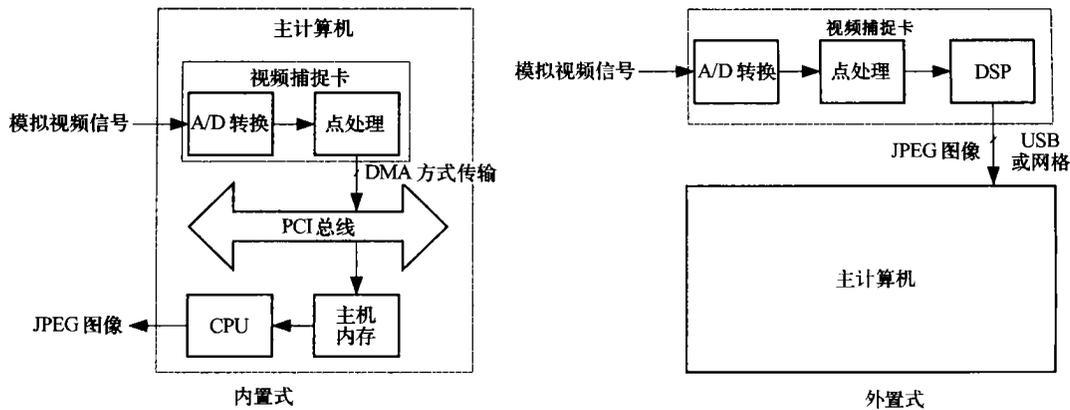


图1 内置式设备与外置式设备的比较

如图1所示，内置式捕捉设备安装在计算机内，通过计算机的PCI总线将数字化后的图片信息写入主计算机的内存中暂存。其中数字化分为两步：A/D转换及点处理，A/D转换过程是对视频的模拟信号进行采样，点处理过程是将采样得到的信号转换为可存储在计算机中的位图格式，位图是由像素点构成，每个像素点包含色彩、亮度等数据。写内存的方式为DMA方式（Directly Memory Access 直接内存访问），速率可达到33MB/秒。图片以位图格式储存在内存中，再由软件控制将图片压缩为JPEG格式，之后可通过网络进行传输，也可存入硬盘中保存。

而上图右侧为外置式的设备，在进行A/D转换与点处理过程与内置式相同，经过点处理的数字化信号经过专门设计的DSP（Digital Signal Processor 数字信号处理器）进行处理，直接转换为JPEG格式的图

像，通过与主计算机的接口（USB接口或10/100M的局域网）将图像输入到主计算机。

一般内置式的接口卡比外置式设备便宜。但外置式的优点也很多：外置式设备采用标准接口，系统兼容性好；自带压缩芯片，不占用计算机内存和CPU处理时间；放在机箱外，便于检修和更换；在车道计算机系统升级或应用软件改变时升级方便。另外内置式接口卡对计算机系统总线传输速率有一定要求，所以对计算机的配置有要求，而外置式的设备由于不涉及计算机内部的结构，所以对计算机配置要求不严格。

(2) 民用级与工业级产品的差别

按照面向的环境和用户需求来分，图像抓拍设备可分为民用级、工业级、专业级。民用级的设备主要面向个人用户，一般是影像爱好者使用或作为视频会

议设备使用；工业级设备主要面向工业现场监视、产品检验、交通监控、安防、生物医学等领域的用户；专业级设备主要面向影像专业制作用户，如电影、电视、广告等领域的用户。这三类用户的需求不同，所以产品的功能和可靠性也有很大差别。

对于在公路交通行业使用的产品，首先要具备较高的可靠性，因为设备需要长时间连续运行；其次，抓拍速度要高，不能由于抓拍延时以及传输处理图像而影响操作速度；第三，图像质量相对较高，抓拍图像的质量要清晰，否则抓拍到的图像看不清就没有意义；第四，成本不能太高，由于是大量应用在收费车道上，所以在追求抓拍速度和质量的同时要考虑成本。综合考虑，公路交通行业应选用工业级产品。

图像捕捉设备的核心是数字化处理芯片，它包含 A/D 转换和点处理两大功能，目前很多厂商使用 Brook Tree 公司和 Philips 公司设计制造的芯片，也有很多有实力的厂商从芯片设计到板卡制造全部自己完成。这些芯片的差别不是很大，主要区别在于数字化时的采样周期和处理模式不同，对于抓拍图像的影响，肉眼无法区分，只有使用专业仪器进行测试比较，才能分出差别。在板卡电路设计和外围元器件上有很大差别，民用产品为降低成本，在抗干扰能力和可靠性指标方面比工业级产品要差一些。另外，由于视频是模拟信号，前端接入电路将多少会使视频信号产生衰耗和失真，引入噪声和干扰信号，从而影响抓拍图片的质量。

4 抓拍中的问题与解决方式

(1) 照度和光线的影响以及补光

照度对图像质量的影响很大，一般来说，光线越充足，画面越清晰。而彩色摄像机比黑白摄像机对光线的要求更高。多数黑白摄像机可以拍摄到可见光和红外光，而彩色摄像机只能拍摄可见光。在照度条件不好的场合下，如果要得到较好的图像质量，应当增加补光照明设备。

场景照度的度量单位是勒克斯 (lx) 或英尺烛光 (fc, $1\text{lx}=10.752\text{fc}$)。场景照度的变化可达到 10 000 倍，比如直射的日光下，照度可达到 107 100 勒克斯，而在黄昏时，照度只有 10 勒克斯；夜间满月的情下，照度为 0.1 勒克斯左右。如果不能提供摄像机正常工作的照度，也就无法得到满意的图像，就更谈不上抓拍的图像质量了。

收费广场情况下的照度问题不大，晚间有收费天棚照明，照度也能够基本满足需求，但有些情况下，

比如黄昏时，天棚照明未打开时，就需要进行补光。

另外，天棚照明的光线方向是由上而下的，照不到某些车辆的细部，这种情况下也需要补光。

补光的另一个原因是白天处于逆光状态以及夜间汽车大灯产生眩光的影响，这两种情况下，易造成较大的明暗反差，使摄像机自动抑制光圈，造成强光以外的画面一片漆黑，在摄像机侧增设补光设备可以减轻逆光或眩光的影响。

(2) 场同步的问题

在实践中，发现一种现象，即抓拍正在运动的物体时，会出现截掉一部分的现象，比如正在抬起或落下的电动栏杆杆臂，在抓拍到的图片看到的往往是半截杆臂，这是图像抓拍控制引起的问题，即没有掌握到场同步信号，没有从一场的开始进行记录，而是从一场的中间开始记录，这样就记录了两个不完整的场，还原回来的也就是一帧不完整的图像。出现这样的问题，可以同抓拍设备生产厂商联系，通过修改电路和控制软件，能够解决类似问题。

(3) 触发线圈的布设

目前很多系统的设计和实施方案是将图像抓拍触发检测线圈埋设在收费亭边上，与收费员窗口平齐，这样有两个缺点：第一，是车辆刚停在收费员窗口旁，即触发图像抓拍，这时收费员还未进行操作（或刚刚输入车型），这时进行抓拍，则 VDM (Video/Data Mixer) 还未在视频信号上叠加任何数据；第二，往往会出现前车还未驶出车道，后车即进入抓拍线圈，这样在图像中，前车挡住了大部分的后车影像，抓拍到的图像没有意义。

如果能够将抓拍线圈适当向收费岛尾方向移动，可解决以上两个问题，当然，移动时需要考虑摄像机的角度和车道的长度。如果将线圈将岛尾方向移 1~2m，即可保证在车辆停车交易时不会触发图像捕捉。如图 2、图 3 所示，为两种线圈布设方式的比较。

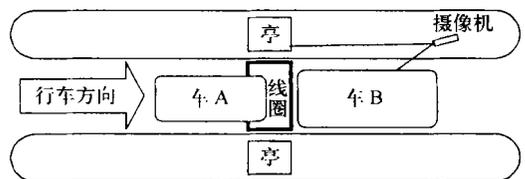


图 2 目前常用的布设方式

图 2 所示为目前常采用的布设方式，经常出现的情况是：车 B 刚刚离开抓拍线圈，车 A 就紧跟进入，如果以线圈信号作为抓拍触发信号，则抓拍到的车 A 图像被车 B 遮盖掉一部分。

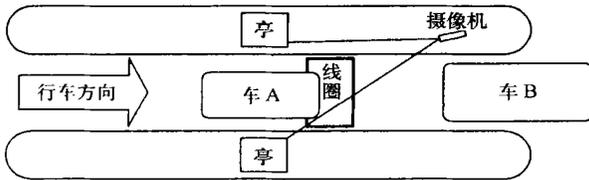


图3 改进的布设方式

图3所示为改进的布设方式,在这种布设方式中,车A在正常情况下,会在收费亭侧停车取卡或交费,停留若干秒,此时两车拉开距离,当车A启动,驶入线圈区域触发抓拍,此时车B一般不会阻挡摄像机视线。

(4) 图像的压缩与存储

由于图像的数量较大,所以要求图像不能以太大的格式进行存储和传输,可将捕捉所得到的位图图像压缩存储为JPEG格式(Joint Photographic Experts Group联合图片专家组),压缩后的图像可存储为单独的文件,也可以以二进制数据格式存储在数据库中。

JPEG格式是Internet上交换静态图像的标准格式之一,对空间和传输带宽的占用远远小于位图格式;在JPEG压缩过程中,可控制压缩的比率,压缩比率越高,图像质量越差,而文件尺寸越小。以一张 640×480

点阵的24位彩色位图为例,其占用空间为: $640 \times 480 \times 24/3 = 933\ 120$ 字节,即900K左右,以100%图像质量压缩为JPEG格式文件,其占用空间从5K字节到200K,根据图像的复杂程度而改变,这是由JPEG压缩编码特点决定的,比如一张全白(或全黑)的图片复杂程度最低,压缩后只有5K左右。压缩后,图片质量损失不大,而存储空间从900K字节降低到200K字节,减少了很多。如果使用65%图像质量,则存储空间降低为40K左右。

在进行收费车道软件设计时,可根据车道的具体情况(照度、摄像机清晰度等)以及收费站系统的硬件情况(存储容量、传输带宽等)等因素确定压缩图片的质量与存储尺寸之间的关系。

5 结语

图像抓拍是计算机多媒体技术在收费系统中的应用,属于比较新的技术应用,还需要大量的探索和实践,而且该技术涉及到的专业和技术较多,由于作者的经验和知识的局限,本文只能对其进行初步的探讨,今后将进一步深入研究。