

基于模糊视觉技术的车辆监控系统设计

毕军涛

(青岛酒店管理职业技术学院, 山东 青岛 266100)

摘要: 当前的车辆监测系统在进行大型车辆监控的过程中, 容易受到环境不可控因素的影响, 造成监控过程形式单一, 对车辆细节识别准确度较低; 提出基于模糊视觉技术的大型车辆监控系统设计方法; 系统由硬件和软件两部分构成; 硬件部分以 FPGA 为控制核心进行了设计, 重点对交通图像的采集模块、缓存模块、摄像机方案、监视器方案和嵌入式处理器方案进行阐述; 软件部分首先对图像进行预处理消除图像中的噪声, 引入车辆细节模糊视觉特征识别模型表示外界随机因素的干扰, 根据模型的输出结果计算车辆细节特征的像素密度, 能够对车辆的细节状态进行准确识别; 实验结果表明, 利用设计的监控系统对大型车辆进行监控, 能够有效提高监控的准确率, 具有较强的稳定性。

关键词: 模糊视觉; 大型车辆; 监控系统; FPGA

Vehicle Monitoring System Based on Fuzzy Vision Technology Design

Bi Juntao

(Qingdao Hotel Management College, Qingdao 266100, China)

Abstract: The current vehicle monitoring system for large vehicles monitoring process, easily affected by environmental uncontrollable factors, cause monitoring process form a single, details of vehicle recognition accuracy is low. Put forward based on fuzzy vision technology of large vehicle monitoring system design method. System consists of the two parts of hardware and software. Hardware part has carried on the design with the FPGA as the core, focusing on traffic image acquisition module, the cache module, camera solutions, monitor, and elaborates the embedded processor solution; Software part, first of all, the image preprocessing to eliminate noise in image, the introduction of the visual characteristics of vehicle details fuzzy recognition model represents the interference of external random factors, according to the result of the output of the model calculating vehicle details the characteristics of the pixel density, can be to accurately identify the details of the vehicle state. The experimental results show that the use of design of monitoring system to monitor large vehicles, can effectively improve the monitoring accuracy, strong stability.

Keywords: fuzzy vision; Large vehicles; Monitor and control system; FPGA

0 引言

随着交通运输网络建设规模的逐渐扩大, 对于行驶过程中的大型车辆的监控要求也越来越高^[1]。大型车辆在道路上行驶的过程中, 道路管理中心需要准确识别大型车辆的细微特征和车牌号码等, 为交通管理工作提供准确依据^[2]。因此, 大型车辆的监控系统的设计方法, 已经成为交通管理领域需要研究的热点问题^[3], 受到很多专家的重点关注。当前阶段, 主要的大型车辆监控系统设计方法包括基于图像色彩特征算法的大型车辆监控方法^[4]、基于图像灰度差值算法的大型车辆监控方法和基于图像分割算法的大型车辆监控方法^[5]。其中, 最常使用的是基于图像灰度差值算法的大型车辆监控方法^[6]。由于大型车辆监控系统设计方法在道路管理领域具有无可替代的作用, 因此, 拥有广阔的发展前景, 成为很多专家重点研究的课题^[7]。

1 车辆监控系统硬件设计方案的提出

1.1 监控系统的总体方案设计

车辆监控系统主要由图像采集模块、控制模块和储存模块构成。构成了基于 FPGA 为控制核心的大型车辆图像监控系统。当监控系统启动运行时, FPGA 从外部储存器自动加载程序, I²c 模块对 CIS 进行初始化配置, FPGA 由 CIS 获取图像信号, 将原始信号数据 (RAW) 转换为 RGB 格式的信号。帧

缓冲模块同时将相邻的两幅图像数据输入到 SDRAM, 然后对这两幅图像的差值进行比较, 如果差值超过预设的闭值, 则表明检测到监控区域出现动态目标, 系统就会自动采集图像并储存在 SD 卡中。

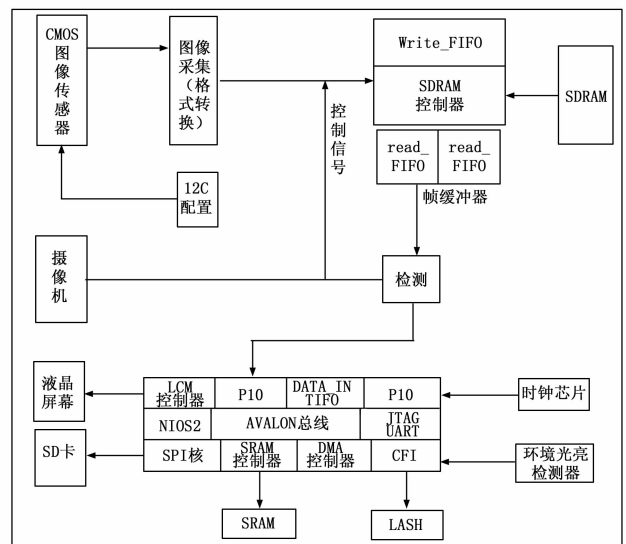


图1 监控系统整体框架图

1.2 主控 FPGA 功能模块设计

FPGA 模块的主要功能是对车辆图像数据进行采集、格式转换和车辆图像监控。利用图像传感器 MTGM011 进行大型车

收稿日期: 2014-05-09; 修回日期: 2014-06-10。

作者简介: 毕军涛(1978-), 男, 山东青岛人, 硕士, 讲师, 主要从事计算机技术、计算机图形图像方向的研究。

辆的图像采集,该传感器的输出分辨率是 $1\ 280 \times 1\ 024\ ppi$ 。MPT011 芯片输出的信号分别为:LINEVALID 用来描述行信号,PIXCLK 用来描述图像像素的时钟信号,DOU9-DOU0 用来描述 10 位的图像信号数据.FRAMEVALID 用来描述图像有效的帧信号。通常情况下,采集的车辆图像从第一行第一列开始,在 P 点从 CLK 信号的上升沿按照顺序输出,输出的是 RGB Bayer 格式的图像。利用 Bayer 模式能够从单独平面中获取彩色图像。MPT011 芯片输出图像信号的过程是渐进扫描的过程。大型车辆的图像数据被行和列的消隐信号包围,行消隐信号由 OX05 和 OX07 这两个寄存器控制,列消隐信号由 OX06 和 OX08 这两个寄存器控制。

1.3 图像缓存模块设计

图像缓存模块主要由 SDRAM 控制器、FIFO 电路和相关控制电路构成。SDRAM 控制器的主要功能是控制外部 SDRAM 的输入/输出操作。FIFO 电路的功能是控制图像信号的输入和输出,由 3 个 FIFO 构成,其中 2 个控制输出,1 个控制输入,容量为 512 bit,位宽为 24 bit。输入的车辆图像信号的位宽为 24 bit,图像数据被输入到 FIFO,FIFO 向 SDRAM 控制器发送图像数据,SDRAM 根据控制电路产生地址并将图像数据写入到 SDRAM。车辆图像数据进行输出时,控制器从 SDRAM 读出,并通过控制电路产生地址,将车辆图像数据发送到 FIFO。

在对行驶中的大型车辆实时监控的过程中,通常根据背景减法和帧差法对车辆细节进行有效监控。利用背景法进行背景更新的过程中,需要根据图像的平均值方法进行背景更新。

1.4 监视器选择

监控器的主要功能是,对各个监控点摄像机采集的车辆图像进行显示。为了满足大型车辆清晰度的要求,本文采用三星公司生产的 BS46A 46 英寸的监视器,该型号显示器的分辨率是 $1\ 280 \times 1\ 024\ ppi$,响应时间为 5 ms,能够表现更清晰的细节,具有良好的降噪功能,能够有效消除画面的残影。

1.5 嵌入式处理器的设计

Nios II 是 Altera 生产的 32 位 RISC 嵌入式处理器,其性能超过 200 DMIPS。它由 3 个不同的内核构成。JTAG 调试模块能够通过远程监控主机实现 Nios II 处理器的芯片控制、调试和通讯功能。同时,Nios II CPU 还具有较强的扩展性能,可以增加外围硬件,用于执行复杂的运算任务。Avalon 交换式总线能够实现处理器、外围设备和接口电路之间的网络连接,同时提供高带宽数据路径、多路和实时处理能力。

2 引入模糊视觉技术的图像处理软件设计

大型车辆监控系统的软件设计主要包括两部分的内容,分别是大型车辆监控图像的预处理和基于模糊视觉技术的车辆细节识别。其详细方法如下所述。

2.1 大型车辆监控图像的预处理

由于采集到的大型车辆监控图像会受到各种外部环境的干扰,因此,图像中会存在大量噪声,需要利用卡尔曼滤波方法进行滤波处理,提高车辆监控图像的准确性。

利用下述公式能够对大型车辆监控图像进行滤波处理:

$$k(p, q) = med\{g(p + u, q + n), (u, n \in C)\} \quad (1)$$

式中, $k(p, q)$ 用来描述车辆图像 (p, q) 像素点进行滤波处理后的灰度值。 $g(p, q)$ 用来描述初始车辆监控图像 (p, q) 点处的灰度值。 C 用来描述邻域窗口大小,正常取值为 4×4 。

对采集的大型车辆监控图像进行卡尔曼滤波处理后,然后进行图像二值化处理。通过运算获取车辆细节特征图像在全部图像中占用的比例。首先设置细节特征图像的像素阈值,设置细节特征图像像素在全部图像中占用的比例是 r ,则其余图像的比例是 $1 - r$ 。具体计算过程如下所述。

1) 利用下述公式能够获取大型车辆细节特征像素点在全部图像中占用的比例:

$$r = \frac{M_c}{M} \quad (2)$$

式中, M_c 是车辆细节特征像素数目, M 是全部图像中的像素数目。

2) 利用下述公式获取大型车辆细节特征像素的灰度系数:

$$r_i = \frac{M_i}{M} \quad (3)$$

式中, M_i 是在大型车辆细节特征图像灰度值中,特定关键像素 i 的数目。

3) 利用下述公式能够获取细节特征像素分布系数:

$$r_u = \sum_{i=1}^u r_i \quad (4)$$

4) 利用下述公式能够获取大型车辆监控图像二值化处理后的像素阈值:

$$G_j = \{u \mid \min_u |r_u - r|\} \quad (5)$$

通过上述方法,能够实现大型车辆监控图像预处理,为大型车辆细节特征的识别提供了准确的依据。

2.2 车辆细节特征的识别软件算法

根据模糊视觉技术的相关原理,利用模糊视觉特征像素密度方法能够对大型车辆的细节特征进行准确识别,具体方法如下所述。

设置 $x(a, b)$ 是大型车辆监控图像的中心点像素的坐标,利用下述公式能够进行正交解码处理:

$$x(a, b) = y(a, b) + z(a, b) \quad (6)$$

式中, $\{y(a, b)\}$ 用来描述均匀分布参数, $\{z(a, b)\}$ 是非均匀分布参数。

利用下述公式能够建立模糊视觉特征识别模型:

$$z(a, b) = v(a, b) + \sum_{(\epsilon, \varphi) \in T} f_{(\epsilon, \varphi)}(a, b) \quad (7)$$

式中, $f_{(\epsilon, \varphi)}(a, b)$ 用来描述非均匀随机场, $v(a, b)$ 用来描述均匀随机场。

根据上述模糊视觉特征识别模型的输出结果,能够获取特征的像素密度函数,完成大型车辆的细节特征识别。具体方法如下所述。

在大型车辆细节特征图像中随机选取一列图像像素,设置关键像素的数目是 o ,像素行数是 v ,则利用下述公式能够获取每行像素的数目:

$$h = \frac{o}{T} \quad (8)$$

设置获取的细节特征图像像素数目是 $N = 256$,像素的总面积是 s ,利用下述公式能够获取细节特征像素密度特征参数:

$$\lambda = \frac{h \times s}{10N} \quad (9)$$

设置细节特征像素密度的特征参数阈值是 μ ,利用下述公式能够实现大型车辆细节特征的识别:

$$\begin{cases} \lambda > \mu & \text{是细节特征像素} \\ \lambda \leq \mu & \text{不是细节特征像素} \end{cases} \quad (10)$$

根据上面阐述的方法, 能够对大型车辆监控图像进行预处理, 消除图像中的噪声, 提高了图像的分辨率, 建立模糊视觉特征识别模型, 实现了大型车辆细节特征的识别。完成了软件方面对大型车辆监控的设计。软件设计的流程图如图 2 所示。

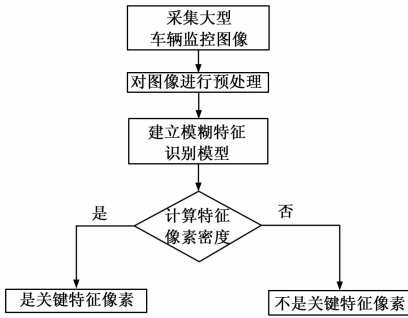


图 2 软件设计流程图

3 实验结果及分析

为了验证本文设计的大型车辆监控系统的有效性, 需要进行一次实验。实验过程中, 分别利用不同算法对采集的大型车辆监控图像进行处理。利用传统系统获取的大型车辆监控图像能够用图 3 进行描述。



图 3 传统监控系统处理的图像

利用本文系统获取的大型车辆监控图像能够用图 4 进行描述。



图 4 本文监控系统处理的图像

从以上实验结果能够得知, 利用本文算法进行大型车辆监控图像处理, 获取的图像的清晰度要明显高于传统监控系统,

充分体现出本文系统的优越性。在实验过程中, 随着天气的恶劣程度的不断提高, 利用不同算法获取的结果能够用表 1 进行描述。

根据表 1 中实验结果能够得知, 随着天气恶劣程度的不断增加, 利用传统系统进行大型车辆监控, 车辆上的很多细节特征发生严重的丢失现象, 不能进行大型车辆细节特征的有效识别; 利用本文设计的监控系统对大型车辆进行监控, 能够对车辆图像进行有效预处理, 并建立精确的模糊视觉特征模型, 通过模糊视觉特征密度计算, 获取的大型车辆细节特征准确率结果要远远高于传统监控系统, 具体较强的稳定性, 充分体现出本文系统的优越性。

表 1 不同系统对车辆细节特征监控准确率对比

实验次数	天气恶劣参数	监测准确率/(%)	
		传统算法	本文算法
1	0	100	100
2	0.12	93	97
3	0.23	86	97
4	0.35	74	96
5	0.46	68	95
6	0.58	61	94
7	0.64	53	93
8	0.79	49	91
9	0.88	42	90
10	0.95	36	88

4 结束语

针对利用传统的车辆监测系统对大型车辆监控的过程中, 无法避免由于天气存在较强的不确定性, 造成监控图像清晰度较差, 导致对大型车辆细节识别准确度降低的弊端。为此, 提出基于模糊视觉技术的大型车辆监控系统设计方法。对监控系统的硬件部分和软件部分进行了设计。硬件部分对车辆监控系统的采集模块、缓存模块、摄像机方案、监视器方案、和嵌入式处理器方案进行详细阐述; 软件部分首先对图像利用卡尔曼滤波法进行预处理, 消除图像中的噪声。建立车辆细节模糊视觉特征识别模型, 根据模型的输出结果计算细节特征的像素密度, 能够对大型车辆的细节进行准确识别。实验结果表明, 利用本文设计的监控系统对大型车辆进行监控, 能够有效提高监控的准确率, 对道路管理提供了准确的依据。

参考文献:

- [1] 覃永新, 陈文辉, 章帆. 实时视频数据采集的 FPGA 实现 [J]. 电子技术应用, 2009, (9): 25-36.
- [2] 熊文彬, 蒋泉, 曲建军, 等. 基于 FPGA 实现的视频显示系统 [J]. 液晶与显示, 2011, (1): 45-58.
- [3] 王莹, 南敬昌, 郭凌云. 基于视频图像的车牌定位预处理算法 [J]. 计算机测量与控制, 2011, (10): 2515-2517.
- [4] 李喆, 丁振良, 袁峰. 基于分层插值和最小二乘拟合的亚像素细分算法 [J]. 南京理工大学学报, 2008, (32): 615-618.
- [5] 潘兵, 谢惠民, 续伯钦, 等. 数字图像相关中的亚像素位移定位算法进展 [J]. 力学进展, 2005, (3): 45-48.
- [6] 董红召, 余素, 陈宁, 等. 全息环境下车辆行驶协作方法研究 [J]. 科技通报, 2014, (1): 179-18.
- [7] 朱立新, 王平安, 夏德深. 基于梯度场均衡化的图像对比度增强 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2007, 19 (12): 1546-1552.