

# 基于 SOPC 的视频车辆检测技术研究

魏永超

(中国民航飞行学院 飞行技术与飞行安全科研基地,四川 广汉 618307)

**摘要:**在智能交通领域,车辆的违章检测是重要的技术。而视频检测算法基本上都是基于 PC 平台的软件检测,无论是从稳定性和价格等都是不可取的。结合最新的 SOPC 技术,提出了一种基于 SOPC 的视频检测技术。以 Nios II 软核处理器和外设 IP 核为硬件平台,结合 A/D 和 D/A 视频接口,以  $\mu\text{C}/\text{OS}$  为操作系统,实现了视频检测的硬件与软件结合的嵌入式检测技术,从而摆脱了 PC 的限制。最后通过具体的工程验证了设计的有效性,该方法具有高达 82% 的检测率,从而在智能交通领域发展有很好的市场前景。

**关键词:**智能交通;视频检测;可编程片上系统;虚拟线圈

**中图分类号:** TN911.73

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2011)05-0227-04

## Research on Video Vehicle Detecting Based on SOPC

WEI Yong-chao

(Department of Academy of Flight Technology and Safety, Civil Aviation Flight University  
of China, Guanghan 618307, China)

**Abstract:** In the field of intelligent transportation, violation vehicle detection was an important technique. Most of the video detection algorithms were software testing based on the PC platform, so need one IPC as a front-end detection part for the operation of detection platform, either stability or price not desirable. One video detection technology based on SOPC was proposed. In the device, the Nios II soft CPU core and peripherals IP cores were embedded, and with A/D and D/A video interface. The  $\mu\text{C}/\text{OS}$  real-time operating system was replanted in it, and the detecting algorithm was also achieved in it. Finally, a project is designed to verify the validity of design, which shows that the method has high detection rate of 82% and would have good market prospects in the development of intelligent transportation field.

**Key words:** intelligent transportation system; video detecting; system on programmable chip; virtual loop

## 0 引言

智能交通系统(intelligent transportation system)又叫 ITS<sup>[1]</sup>,主要由交通信息采集、交通状况监视、交通控制、信息发布和通信 5 大子系统组成。各种信息就是 ITS 的基础,因此信息的采集是智能交通的基础,也是重要组成部分,而对于信息的采集来说,车辆的检测是重要的基础保证。

在现在流行的检测方式中,有基于地感线圈、微波和视频虚拟线圈检测等。然而从整个应用的发展来看,视频检测是现在的重点。所谓视频检测就是利用摄像机,在摄像机视场范围内设置一定的检测区域,即所谓的视频虚拟线圈,在此区域里面动态检测是否有

车辆的相关信息。然而,目前来说,主要的视频检测方法都是基于 PC 平台的,即整个视频检测的运行平台是在工控机上,系统的运行也是软件的检测实现,因此无论从检测的速度和系统的整个性能来说都依赖于采用工控机的性能。

SOPC(system on a programmable chip,片上可编程系统)是 ALTERA 公司提出的一种高效、灵活的 SOC 解决方案。它可以在一片 FPGA 上实现 CPU、DSP 及其他逻辑单元的设计,从而可以使一个完整的系统集成到一个芯片上,不但可以进一步缩小系统,可以进一步提高系统的稳定性,从而从它的出现都得到了很好的发展,目前已经应用到了许多领域,且发展势头良好<sup>[2-7]</sup>。

文中结合 SOPC 技术的优势,实现了在 SOPC 的视频检测技术,丢掉了传统的工控机检测手段,极大地提高了系统的稳定性,降低了系统的投入成本,对智能交通领域的一体化产品的发展有一定参考价值。

收稿日期:2010-10-11;修回日期:2011-01-20

基金项目:中国民航总局重点计划项目(MHRD200940);中国民航飞行学院博士基金(J2009-45)

作者简介:魏永超(1981-),男,博士,讲师,主要研究方向为光电信息处理。

## 1 视频检测基本理论

视频检测系统一般包括图像获取、图像采集、图像检测和信息传输部分。其中图像获取一般采用摄像机,图像采集一般采用图像卡或者其他图像采集设备,图像检测一般利用工控机的软件检测或者 DSP 实现,而信息的传输主要是把采集到的运动车辆信息的状态传输给中心或者其他终端。

对交通场景中车辆对象的实时检测是基于视频的交通检测系统中的最重要也是基本的步骤,是整个交通系统的核心。对摄像机采集到的视频图像序列进行处理通过适当的检测算法对车辆进行检测,根据检测结果可以得到交通的信息参数,如流量、车速等。目前主要的车辆检测算法有帧差法、背景差法和边缘检测法<sup>[8]</sup>。

(1) 帧差法:帧差法是将两帧(或多帧)连续图像相减,从而可以得到运动物体的运动轨迹。此方法的优点是计算简单且不受环境光线变化的影响,但是它不能检测静止车辆,且处理效果与图像采样频率以及被检测车辆的车速有关,如果视频检测器采用的频率过小,而车速过快,就会造成误分割;反之,又会造成过度覆盖,甚至完全重叠,造成车辆静止的假象。

(2) 背景差法:背景差法的基本思想是先形成交通场景的背景图像,然后将待检测图像与背景图像做差,从而可以分离出运动物体。此算法检测主要依赖于背景图像的提取,从而也造成了此算法对环境光线变化敏感。

(3) 边缘检测法:边缘是图像最基本的特征。在视频检测领域,边缘检测就是利用某种算法提取出物体的边缘,从而可以进一步得到车辆的信息。它对环境光线的稳健性高于背景差法。运动物体的边缘检测可以通过空间和时间上的差分获取。空间上的差分可以利用现有的各种检测算法,如 sobel、robert、robinson 等。而时间差分可以通过连续帧之间的帧差计算。

在实际的应用环境中,往往采用多种算法的结合,从而达到很好的效果。

## 2 SOPC 视频车辆检测原理

### 2.1 SOPC 检测系统

采用最新的 SOPC 技术,丢掉了传统的图像卡和 PC,把整个图像采集和检测集合到了一个检测板上。从摄像机来的信号,经过 A/D 转化为数字信号,数字信号进入 SOPC 检测,检测得到的信息通过串口与主机通信,从 SOPC 出来的数字信号经过 D/A 转换为视频信号送显。这里把 A/D 和 D/A 芯片作为 SOPC 的外围芯片,做到一个板子上面,由 SOPC 完成芯片的驱动和配置。

### 2.2 检测算法

一个检测算法的好坏直接影响到系统的检测性能,复杂的算法虽然可以提高检测准确度,但是耗时,算法简单虽然检测速度快,但是精度不高,所以良好的检测算法必须结合两者。提出的新的检测算法步骤如下:

步骤 1:根据阈值算法,自适应得到提取阈值。这个过程也算是系统的初始化过程之一,此阶段只提取阈值不检测,此过程直接关系到检测。

步骤 2:读取缓存的视频数据。判断是否在检测区域。若不在,不检测,循环此步骤。若在,进入下一步。

步骤 3:判断数据与阈值的关系,若大于阈值,则置检测区域此点值为 1,否则置为 0。

步骤 4:是否此场数据已经处理完毕,处理完,再进入下一步,否则循环步骤 2 和 3。

步骤 5:对检测区内根据上面得到的数据,进行中值滤波,减少噪声的干扰。

步骤 6:根据步骤 5 得到的数据,采用形态学方法,判断得到目标的数目和大小。

步骤 7:根据目标的数目和大小,判断是否为目标车辆,若为目标车辆,置目标存在有效,否则,置为无效。

整个算法阈值的获取对于系统的检测至关重要,阈值偏大,就使检测到的目标偏小甚至消失,阈值偏小,可能使检测到的目标偏大,使检测误差偏大。阈值的选取主要分为两类:全局阈值和局部阈值。全局阈值是对整个图像采用一个阈值与每一个点的灰度值进行比较,得到所要的二值化,例如,固定阈值法。局部阈值是将图像分成一些子块,对于每一子块选定一个阈值,例如,动态阈值法。

采用的动态阈值法,但所不同的是针对每个像素做阈值,具体过程如下:

步骤 1:读入视频数据,判断是否在检测区,若在记录下此点的值。

步骤 2:循环步骤 1,直到整场数据结束。

步骤 3:读入下一帧相同场的数据,判断是否在检测区,若是,找到对应的前面场对应点的值,求平均值,得到此点的阈值。

步骤 4:循环步骤 3,直到每点得到的阈值的变化范围在一个较小的范围内变化,就设定此阈值为该点的阈值。

因为,在现场检测中,环境、天气等因素,采用的阈值必须是动态的,然而,现场的变化一般不是剧烈的,因此可以设置背景阈值更新周期,进行周期的更新,这样可以很好地适应环境的变化,也避免了因短暂的环境

境变化带来的检测误差。算法的流程见图1。

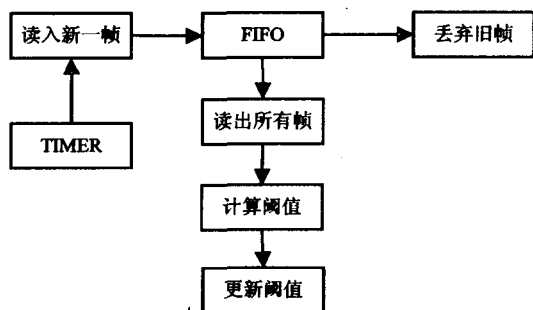


图1 阈值算法流程图

### 3 系统的 SOPC 实现

SOC 是 System On Chip 的缩写,包括一个完整系统所有的需要的硬件和电路实现的芯片,典型的 SOC 包括微处理器、芯片内存储器(RAM 和 ROM)、并行端口、I/O 逻辑端口等一些组成计算机系统的其他组件。在一个可编程硬件上面实现 SOC 就是所说的 SOPC<sup>[9-13]</sup>。一个典型的 SOC 系统图见图2。

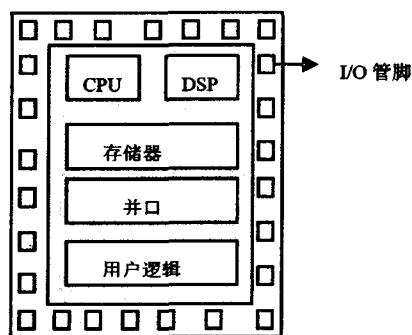


图2 典型 SOC 结构图

系统在 Altera 公司的 Quartus II 设计软件环境下设计,采用的 Altera 芯片是 EPIC20, SOPC 添加组件为:Nios processor core、On-chip memory (boot-rom)、FLASH、SRAM、SDRAM、UART(Rs232 串口)与 TIMER。其中 On-chip memory 用于存放引导程序,FLASH 用于存放整个程序镜像和初始数据,SRAM 和 SDRAM

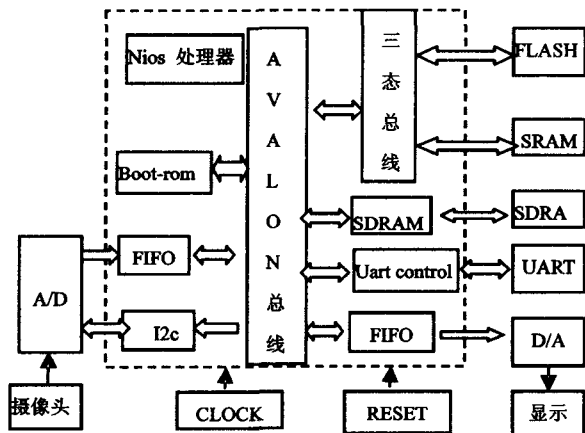


图3 系统的组件框图

作为数据缓存或程序的执行,I2C 用于控制 A/D 芯片, TIMER 设计系统的工作时钟, UART 用于跟踪的信息传输。整个系统的组件框图如图3所示。

## 4 系统的详细设计

### 4.1 系统的硬件实现

#### (1) 视频的采集与显示模块。

在本系统中,视频通过 A/D 转换进入 FPGA,而视频的显示是从 FPGA 出来,通过 D/A 转换为视频信号显示。其中 A/D 芯片采用 philips 公司的 SAA7113, D/A 芯片采用 philips 公司的 SAA7129,具体的芯片的介绍可以参考公司的芯片说明。

其中 A/D 芯片通过 I2C 和 FIFO 和 NIOS 的 CPU 总线连接,A/D 芯片的配置通过 NIOS 的 I2C 总线,I2C 的配置可以参考 I2C 总线规范和芯片的说明。从 A/D 进来的数据,通过 FIFO 缓存,当数据达到一定数量后,开始输出,输出的数据分两路,一路送给检测电路,另一路直接送出给输出电路。从 FPGA 送出的数据和同步信号经过 D/A 之后,转换为视频信号。

#### (2) 检测模块。

从 FIFO 读出的数据,根据检测线圈的位置和检测阈值,判断是否是目标。是目标的话,更新状态信息。在整个检测模块中,只牵涉到外部存储器的读写。所有的程序镜像和初始的状态信息在外部 flash 中,当程序运行时,在外部 SDRAM 中,所有的状态信息保存在外部 SRAM 中。

### 4.2 系统的软件实现

整个系统的实现是利用 NIOS 生成的 SDK,用 C 语言实现的,相当于直接操作硬件,而不用操作系统,从而可以提高运算的速度。系统的检测流程图如图4所示。

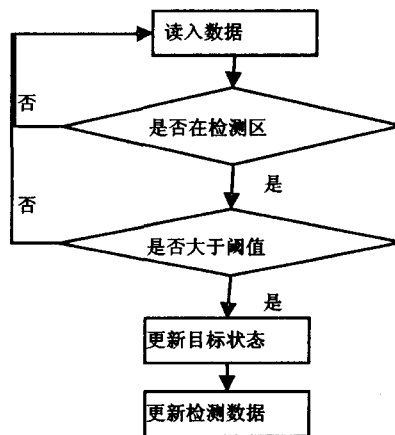


图4 系统检测流程图

## 5 实验结果

为了验证算法的有效性,开发了测试硬件平台,并

选择具体的路口进行工程检测,通过 1 周的运行,系统的抓拍有效率为 82%,很好地达到了设计目的。实验中采用的硬件平台构成见表 1。

表 1 实验用硬件构成

硬件	型号	硬件	型号
工具	Quartus II	外部 FLASH	16M
芯片	EP1C20F400C	A/D	SAA7113
外部 SRAM	三片 256 * 16bit	D/A	SAA7129
外部 SDRAM	64M	串口	RS232

图 5 是抓拍效果展示图,效果图采用三个,分别抓拍的为车头进入线圈、车头出线圈以及车尾出线圈时的图片,图片很好地抓拍出了整个车辆的运动过程,因此具有很好的检测抓拍效果。

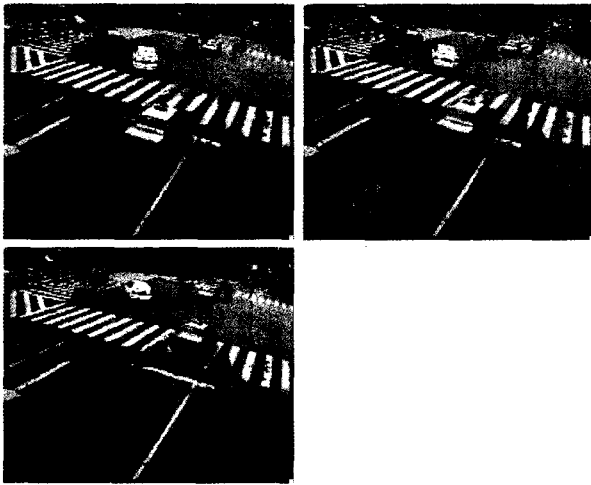


图 5 检测抓拍图

## 6 结束语

实际应用中视频检测技术的问题,如检测算法繁杂,检测硬件平台不能脱离 PC 平台等,结合 SOPC 的优点,提出并实现了一种新的基于 SOPC 视频检测技术,该技术在一个嵌入式硬件实现了通常需要在 PC 平台上完成的功能,因此无论从硬件成本上,还是在性能稳定上面,都有极大的进步。

文中检测算法实现简单,符合实际的工程应用,从现场实验的结果来看,本算法可以很好地实现车辆的检测。

## 参考文献:

- [1] 国家智能交通系统工程研究中心[EB/OL]. 2010-10-06. <http://www.itsc.com.cn>, 2.
- [2] Hall T S, Hamblen J O. Using an FPGA processor core and embedded linux for senior design projects[C]// 2007 IEEE international conference on microelectronic systems education. [s. l.]: [s. n.], 2007: 33-34.
- [3] Altera[EB/OL]. 2010-10-06. <http://www.altera.com>.
- [4] 袁海林. 基于 NIOS II 的高速图像采集系统的设计[J]. 电子器件, 2007, 30(4): 1329-1336.
- [5] 潘松, 黄继业, 曾毓. SOPC 技术实用教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [6] 周博, 邱卫东, 陈燕, 等. 挑战 SOC——基于 NIOS 的 SOPC 设计与实践[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [7] Hamblen J O. Using second generation socp boards for student design projects[C]// Proceeding of the 2005 IEEE international conference on microelectronic systems education. [s. l.]: [s. n.], 2005: 69-70.
- [8] 于慧敏, 尤育赛. 基于水平集的多运动目标检测和分割[J]. 浙江大学学报(工学版), 2007, 41(3): 412-417.
- [9] Kumar A P, Kamakoti V, Das S. System-on-programmable-chip implementation for on-line face recognition[J]. Pattern Recognition Letters, 2007, 28: 342-349.
- [10] 丁晓贵, 刘桂江. 基于 SOPC 的远程数据采集系统设计[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(1): 229-231.
- [11] 李攀, 田泽, 蔡叶芳, 等. 基于 SOPC 的 PCI 通信接口设计与实现[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(9): 211-214.
- [12] 蔡叶芳, 田泽, 杨海波, 等. 基于 SOPC 的 FC-2 设计与实现[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(8): 224-227.
- [13] 张维旭, 贺占庄. 基于 FPGA 的异步 FIFO 设计[J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(7): 168-169.

(上接第 226 页)

- [8] 祁才君. 数字信号处理技术的算法分析与应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [9] 刘敏, 王克英. 基于加窗双峰谱线插值的高精度 FFT 谐波分析[J]. 电测与仪表, 2006, 43(3): 20-23.
- [10] 张介秋, 陈砚圃, 梁昌洪. 基于卷积窗的电力系统谐波误差估计与数值模拟[J]. 中国电机工程学报, 2004, 24(12): 34-37.
- [11] 庞浩, 李东霞. 应用 FFT 进行电力系统谐波分析的改进算法[J]. 中国电机工程学报, 2003, 23(6): 50-54.
- [12] 张介秋, 梁昌洪, 陈砚圃. 基于卷积窗的电力系统谐波理论分析与算法[J]. 中国电机工程学报, 2004, 24(11): 48-52.
- [13] 许珉, 刘凌波. 基于三次样条函数的加 Blackman-harris 窗插值 FFT 算法[J]. 电力自动化设备, 2009, 29(2): 59-63.
- [14] 王兆华, 黄翔东. 数字信号全相位谱分析与滤波技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2009.