

# 基于嵌入式 Web 和 DSP 的车辆信息检测系统<sup>①</sup>

王 焱, 李 响

(辽宁工程技术大学电气与控制工程学院, 葫芦岛 125105)

**摘 要:** 本文介绍了一种基于嵌入式的车辆信息检测系统的组成和工作原理。它以 ARM 和 DSP 处理器做为硬件架构, ARM 有丰富的网络接口, 易于实现联网, DSP 可以提供了强大的运算功能, 实现复杂的图像运算处理。本文结合这二者的优势, 设计实现了该车辆信息检测系统。设计中结合实际情况, 在充分利用现有资源的基础上, 设计了符合要求的实际电路和相关程序, 具有重要的理论和实际意义。

**关键词:** 嵌入式系统; BoA; CGI; SQLite; DSP

## Vehicle Information Detection System Based on Embedded WEB and DSP

WANG Yan, LI Xiang

(College of Electrical and Control Engineering, Liaoning Technical University, Huludao125105, China)

**Abstract:** This paper introduces the composition and working principle of the vehicle information detection system which uses ARM and DSP processor as hardware architecture. ARM has abundant of network interfaces, it can easily implement network, DSP can provide powerful computing capabilities, to achieve complex operations. This paper combination both of the advantage to formation the vehicle information detection system. This design combination practical situation, it based on fully using current resources, and designed a practical circuit and related program which according with the requirements, it have an important significance of theory and practical.

**Key words:** embedded system; BoA; CGI; SQLite; DSP

### 1 引言

随着我国交通事业的迅速发展, 整个社会对交通运输的需求不断增大。车辆信息检测系统是随着道路供需的发展应运而生。在小区的车辆管理, 公安系统的车辆跟踪、案件侦破及有关军事部门等方面都有着特别重要的实际运用价值, 正日益受到人们的重视。

相比传统的 PC 机纯软件车辆信息检测方式, 基于 DSP 及 ARM 架构的嵌入式车辆信息检测系统在体积、功耗以及图像处理速度等方面都具有明显的优势, 有着重要的理论意义和广阔的应用前景。在本设计中采用嵌入式 Web 服务器, 借助 Internet 网络传送数据信息, 在远程计算机端不需要专用的监控软件, 操作、维护方便, 体积小, 适用范围广泛。

### 2 系统总体方案设计

系统的总体结构如图 1 所示, 主要由两部分构成。第一部分是 DSP 及外围电路模块, 它主要用来完成交通信息的实时处理, 如车辆的视频检测、牌照的定位分割、牌照图像的二值化、字符分割及字符识别等, 得到监控中心所需要的车辆信息和进行压缩后的图像数据。DSP 处理后的数据通过串口发送给第二部分 (ARM 数据控制模块)。第二部分是 ARM 处理器为核心的数据控制模块, 数据会在此被保存到 SQLite 数据库。同时由于 ARM 有强大的网络功能, 所以由它构成嵌入式 Web 服务器, 使用用户在主控室内通过网络就可以使用浏览器查看图像信息及处理结果, 并发出控制指令, 同时可以根据需要显示交通视频图像辅助,

<sup>①</sup> 收稿时间:2011-09-16;收到修改稿时间:2011-10-21

最终实现远程控制。

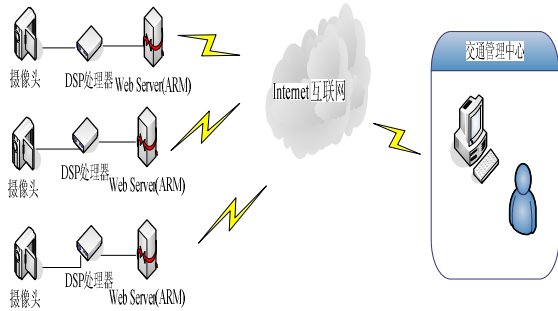


图 1 系统的总体结构框图

## 2 系统的硬件实现

ARM 数据控制单元硬件平台主要包括嵌入式 CPU、以太网接口、串行通信口、Flash 程序控制器、SRAM 静态存储器、调试端口、复位、电源接口等。其中央处理采用 S3C2440 的 32 位微控制器，它的最高主频 533MHz，正常工作频率为 400MHz<sup>[1,3]</sup>。使用 supervivi 来烧写 Linux 系统镜像。在该系统中嵌入式 Linux 系统镜像用作系统网关，采用移植的 BoA 作为系统 web 服务器，同时移植 SQLite 数据库，存储检测到的车辆信息。

S3C2440A 处理器本身总共有三个串口 UART0、1、2。在本系统中，ARM 数据控制单元利用串口 1 和协处理器(DSP)进行通信，传输数据信息。该串口对应的 Linux 设备文件为/dev/ttyS1。S3C2440 的串口 0 用作终端控制台使用。如图 2 所示，所描述的就是该车辆信息检测系统的硬件结构图：

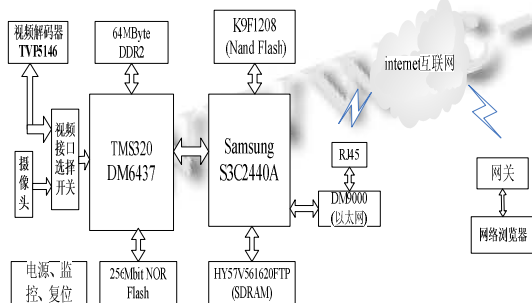


图 2 系统的硬件结构图

DSP 图像数据处理单元采用 TMS320DM6437 处理器，采用新型 TMSC64x+内核，工作频率在 300 至 600MHz 之间。其强大的功能，可支持 D1 解析度的 H.264 视频编码，而成本却较比 TI 前代 DSP 数字媒体处理器

下降了 50%。外接的 FLASH 用于存放程序，SDRAM 用于存储原始帧、参考帧和重建帧的源数据<sup>[4]</sup>。

## 3 系统的软件实现

### 3.1 ARM 数据控制模块的软件实现

ARM 数据控制模块的软件整体结构如图 3 所示。系统采用嵌入式 Linux 作为 ARM 数据控制模块的操作系统，需要完成的工作有：Linux2.6.32 的裁剪与移植，串口驱动程序的编写，BoA 服务器的移植，SQLite 数据库的移植。本文主要介绍 BoA 服务器、CGI 程序和 SQLite 数据库系统实现。

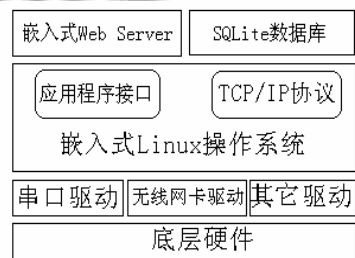


图 3 ARM 数据控制模块的系统软件整体结构

#### (1) 嵌入式 Web 服务器

嵌入式 Web 服务器是嵌入式远程监控系统的核心部分，Web 服务器运行在 ARM 板上，受到可用资源限制，要求代码越精炼越好。于是该系统采用了 BoA 作为 Web 服务器支持 Internet。ARM 板采用 S3C2440A 处理器，移植了 Linux2.6.32 操作系统，在系统中移植 BoA 服务器。

嵌入式 Web 服务器 BoA 能够完成接收客户端请求、分析请求、响应请求、向客户端返回请求结果等，它的主要工作过程如图 4 所示。

在操作系统启动后，开始完成 Web 服务器的初始化工作，如创建环境变量、创建 TCP 套接字、绑定端口、开始侦听、进入循环结构，等待接收客户浏览器的连接请求。当有客户端连接请求时，Web 服务器负责接收客户端请求，并保存相关请求信息。在接收到客户端的连接请求之后，解析请求的方法、URL 目标、可选的查询信息及表单信息，同时根据请求做出相应的处理。Web 服务器完成相应处理后，向客户端浏览器发送响应信息，关闭与客户机的 TCP 连接。而在客户端使用 Web 浏览器与移植在 ARM 板上的嵌入式 BoA 服务器进行通信，通过 HTML 网页调用存储在

ARM 板上的 CGI 程序, CGI 程序接收 HTML 网页的信息, 判断应该执行相应操作, 最后把操作结果返回给 HTML 页面, 实现动态 Web 技术。

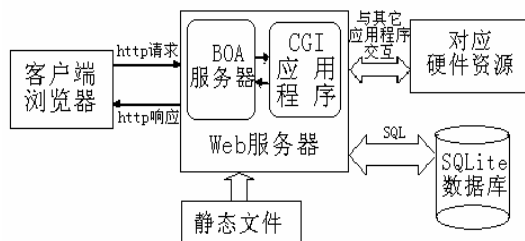


图 4 BoA 服务器工作流程图

(2) SQLite 数据库

本系统采用 sqlite-3.5.9。移植完 SQLite3 数据库之后, 在命令行下方式下, 在 /root/FamilyGate 目录下建立 homegr.db 数据库, 并插入数据表。

把数据结果存储到数据库中。本系统建立一个名为 homeg 的 SQLite 数据库, 在该数据库中有两个数据表, 一个为 user, 用来存储该网络系统的数据管理者信息, 保证系统的安全性; 一个为 carsdata 表, 用来存储采集的数据信息, 可以供管理者在以后的时间做数据考察和总结使用, 一个 carview 表, 用来存储浏览器端传来的待监视车辆的条件信息。

表 1 系统用户信息记录表

字段名	字段含义	字段类型	字段长度
ID	ID 号 (主键)	text	20
username	用户名	text	20
password	密码	char	20
power	权限	text	20

该系统中利用 SQLite 的 C 语言 API 接口, 结合了 CGI 接口技术和 HTML 表单, 完成了 SQLite 数据库与客户端的动态交互。

3.2 DSP 图像处理单元的软件实现

系统用户可以在浏览器上指定待搜索车辆信息, 这些信息数据通过 Internet 网络发送到 Web 服务器上, 并存储到 SQLite 数据库中。当 DSP 处理器进行视频检测时, 就与数据库中的信息进行比对, 判断是否符合条件的车辆。当检测到符合条件的车辆时, 把信息发送回 ARM 处理器, 最终传回给监控中心, 从而完成车辆检索任务。

表 2 车辆信息检测表

字段名	字段含义	字段类型	字段长度
ID	ID 号 (主键)	text	20
Data	时 间	text	20
Carsnum	车牌号码	text	40
colour	汽车颜色	text	20
picture	汽车图片	blob	900

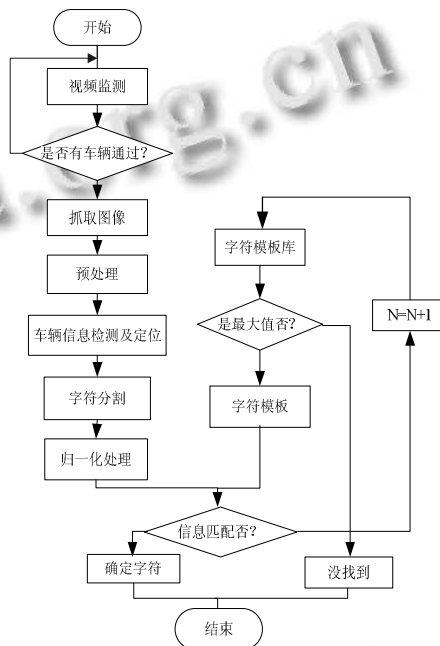


图 5 DSP 图像处理单元的软件流程图

各部分的主要功能简要介绍如下:

(1) 汽车图像采集和检测: 采用序列帧图像差值法, 使用序列交通图像中的相邻两帧进行差分, 然后对该差分图像二值化, 提取运动目标, 判断有无车辆通过, 并判断车的颜色、型号等是否符合 SQLite 数据库中存储的条件, 当条件符合时则截取一帧图像作为车牌识别, 否则继续进行监视。

(2) 图像预处理: 对采集到的车辆图片转 256 色灰度图, 然后对其进行中值滤波, 再利用 Sobel 算子进行滤波预处理, 对上面的图像进行二值化, 最后将滤波后的图像转化为二值图像。

本文采用的是  $N \times N$  中值滤波器, 采用 C++ 程序实现的主要过程为:

①size=GetSize(): 取得图像的大小, 包括图像的高度和宽度, 同时获得图像的数据区, 将数据区复制到缓冲区中, 其代码实现如下:

```
p_data=this->GetData();
```

```
wide=this->GetWidth();
```

```
height=this->GetHeight();
```

②mado[m]: 把  $N \times N$  屏蔽窗口部分的所有像素值都放入 mado[m]中:

```
mado[m]=p->data[yy*wide+xx];
```

```
m++;
```

③medi: 把 mado[m]中的值按下降顺序用冒泡法排序, 并求中值 medi, 把中值代入显示图像中:

```
medi=mado[chuo];
```

```
p_temp[j*wide+i]=medi;
```

```
memcpy(p_data,p_temp,size);
```

④把缓冲区中改动的数据复制到原数据区中。

(3) 车牌定位: 该系统利用的车牌区域的灰度分布特征, 穿过车牌的水平直线其灰度呈现连续的峰、谷、峰分布。用 Sobel 算子对采样先进行处理, 得到采样线的边缘轮廓, 然后对边缘轮廓进行处理, 其处理过程为: 去掉负值部分; 去掉一些小的峰值点(如果小于某一阈值就认为是噪声); 在剩下的峰值点中, 如果存在一些点, 他们之间的距离在一定的范围内, 个数也达到了一定的界限, 就认为这条采样线穿过牌照, 这些点所在的区域就是牌照区域。在这条采样线的上下继续搜索, 就可以定位整个牌照区域。

(4) 字符分割: 车牌上的字符数目一般来说都是相对固定的, 而且字符宽度也相同, 因此我们可以以此为依据来指导字符的分割。在得到的车牌图像中进行字符分割和归一化, 然后将分割出的字符输入到识别模块进行识别。

(5) 字符识别: 对分割出来的每个字符分采用模板匹配算法进行识别, 并进行语法分析, 判断识别的结果是否正确, 如有必要, 可将结果反馈到前面的模块。

### 3.3 DSP 与 ARM 通信部分的软件实现

DSP 和 ARM 之间采用串口通信方式, 采用串口收发控制信息、图像信息等, 简单方便。

在 ARM 端移植串口驱动程序, 操作系统通过其提供的 API 接口完成与 DSP 端的数据交换过程, 是实现系统通信的重要组成部分<sup>[5]</sup>。

## 4 实验结果分析

在本文所述的系统中, ARM 作为网络服务器运行状态稳定, 少有服务器连接不畅的情况, 完全可以胜任该车辆信息检测系统, 从而验证了嵌入式 Web 服务

器在智能交通中应用的可行性。DSP 模块处理和 ARM 处理器之间信息交互顺利。

数据误差的来源主要在 DSP 图像数据处理部分, 出于实际应用角度的考虑, 本文实验时均采用正面拍摄方式获取汽车图片, 一共取 20 幅做实验, 用以测试算法的有效性, 并将车牌识别中的定位、去边框、字符分割、字符识别这四个主要步骤的效果都做统计。最后发现当光线较暗或曝光的不均匀度将使汽车车牌在二值化操作环节失败, 最终将影响后续的差分投影分析结果。由此可见, 二值化操作是决定能否正确进行车牌识别操作的关键环节, 所以系统中要对光线的明暗度及曝光的不均匀性等因素要倍加重视, 解决方法是在实际使用中可以引入辅助照明装置, 改善采光条件等等。

该系统采用 ARM 和 DSP 架构, 充分的发挥了两种处理器的长处, 较之前采用单一处理器的实现方式, 在性能、速度、可靠性方面有一定的优势。本系统正处于试用阶段, 为了更好的发挥其作用, 将来还要在车牌的定位及牌照的字符识别算法方面进行改进和优化。

### 参考文献

- 1 廖义奎. ARM 与 DSP 综合设计及应用.北京:北京电力出版社,2009.
- 2 韦东山.嵌入式 Linux 应用开发完全手册.北京:人民邮电出版社,2008.
- 3 章坚武,李杰,姚英彪,洛懿.嵌入式系统设计与开发.西安:西安电子科技大学出版社,2009.
- 4 杨帆等.数字图像处理与分析.北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- 5 穆煜.嵌入式应用程序设计.北京:人民邮电出版社,2009.
- 6 刘淼.嵌入式系统接口设计与 Linux 驱动程序开发.北京:北京航空航天大学出版社,2006.
- 7 Chris Dick, Fred Harris. Wireless Personal Communications, Springer US,2002.
- 8 杨水清,张剑,施云飞等.ARM 嵌入式 Linux 系统开发技术详解.北京:电子工业出版社,2008.11.
- 9 王宇行.ARM 程序分析与设计.北京:北京航空航天大学出版社,2008.
- 10 Li J,Wang JH. Design and research of remote debugger and upgrade system for DSP. Semiconductor Photonics and Technology, 2009,15(1):89-93.