

混合道路状况下基于单片机的汽车智能路径选择系统设计

赵元庆, 金显华

(安阳师范学院 软件学院, 河南 安阳 455000)

摘要: 针对当前汽车在混合道路状况下排队等待时间长的问题, 设计并实现了一种混合道路状况下基于单片机的汽车智能路径选择系统, 系统采用光电传感器进行汽车速度与间距的测量, 采用 CCD 摄像机获取某路段汽车运行情况图像的视频图像, 采用 SAA7113 视频解码器通过抗混叠滤波、A/D 转换成数字图像存储到高性能计算机中, 汽车智能路径选择引入最大类间方差算法 (OTSU), 依据车辆和背景的方差动态确定图像分割阈值, 获取排队车辆图像区域, 按照视频的时间获取车辆的排队等待时间信息; 并对获取的数据信息进行分析处理, 最终实现汽车路径的时间最优或路况最优选择; 实验结果说明系统选择路径的车辆排队时间与最优等待时间匹配度达到 98%, 误差控制在 2.5% 以内, 并且系统具有超高的稳定性, 应用前景广阔。

关键词: 汽车排队; 等待时间; 分割阈值; 最大类间方差算法

Cars Lined up Waiting Time Detection System Design Based on OTSU

Zhao Yuanqing, Jin Xianhua

(School of Software, Anyang Normal University, Anyang 455000, China)

Abstract: In view of the current car in A mixed road condition queuing time problem, designed and implemented A hybrid road condition of auto intelligent routing system based on single chip microcomputer, the system adopts photoelectric sensor for auto speed and distance measurements, using CCD camera to obtain A road car operation image video image, using SAA7113 video decoder by anti aliasing filter, A/D converted into digital images stored in the high performance computer, intelligent route choice is introduced into the between-cluster variance algorithm (OTSU) according to the vehicle and background variance of dynamic image segmentation threshold is determined, get queued vehicle image region, according to the video time for queue waiting time of the vehicle information. And to obtain the data information analysis and processing, finally realizes the auto time optimal path or road shape optimal choice. Experimental results show that the system choose the path of the vehicle queuing time and optimal waiting time matching degree reached 98%, error control within 2.5%, and the system has high stability, broad application prospect.

Keywords: auto line; wait for time; segmentation threshold; OTSU

0 引言

随着国民经济的快速发展, 人们对生活质量的要求不断增强^[1]。汽车是社会进步的标识, 已经进入千家万户, 成为代步工具, 私家车的增多导致社会交通拥堵, 并且给社会带来了能源消耗、环境污染等问题^[2-3]。比如交通管理部门为了确保交通稳定性, 需求加强对车辆的管理力度, 按照《GB/T18344-2001》标准对汽车进行维护、定期检测, 导致检测上线率增加, 检测站拥挤。最终增加了检测工作时间和车辆排队等待时间, 浪费驾驶员的时间, 降低检测站的运行效率。因此, 对此类问题寻求合理的方法^[4-5]合理调度车辆, 优化车辆的排队等待时机成为不同检测站面临的主要任务^[6]。针对当前汽车智能路径选择系统的处理速度低、无法适应实际复杂路口环境的弊端, 设计并实现了一种混合道路状况下基于单片机的汽车智能路径选择系统^[7]。

1 系统总体设计

基于单片机的汽车智能路径选择系统由光电传感器、CCD 摄像机、SAA7113 视频解码器、高性能计算机、车辆等待时间检测模块及控制电路板等组成。高性能计算机内置图像采集卡、数据采集卡、FPGA 控制板、驱动电路及接口电路, 整个路径选择系统结构如图 1 所示。

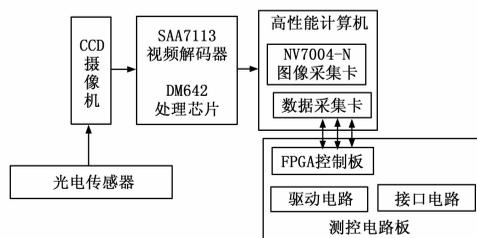


图 1 系统总体结构图

汽车智能路径选择系统数据采集卡用于计算机和控制电路板的汽车路径数据通讯, 并对控制电路板输出模拟量的测量性能。控制电路板以 FPGA 为控制核心, 包括接口电路和驱动电路, 能够在计算机的控制下对待测车辆的视频数字图像的参

收稿日期: 2014-05-09; 修回日期: 2014-06-03。

基金项目: 国家自然科学基金青年基金项目(41001251)。

作者简介: 赵元庆(1976-), 男, 黑龙江海伦人, 硕士, 讲师, 主要从事计算机软件与理论方向的研究。

数进行测量。

汽车智能路径选择系统采用 CCD 摄像机获取某路段汽车运行情况的视频图像, 采用 SAA7113 视频解码器通过抗混叠滤波、A/D 转换成数字图像存储到高性能计算机中, 采用汽车智能路径选择算法对获取的车辆图像数据信息进行分析 and 处理, 获取车辆排队等待时间, 实现汽车最优路径选择。

2 系统主要硬件的选择与设计

2.1 系统硬件设计

系统采用光电传感器进行汽车速度与间距的测量, 并将 CCD 摄像机获取的车辆模拟图像信号输入到 SAA7113, 通过 A/D 变换以及行场同步分离, 输出 YUV 信号或 RGB 信号。SAA7113 可将模拟汽车图像转换成数字图像, 再将数字图像信号传递到 FIFO 芯片 IDT72V235, DSP 在中断服务程序中采集 FIFO 中的数据后, 可再次返回运行之前的程序。汽车图像数据通过中断方式一次次读到 DSP 的数据空间。SAA7113 初始化通过 TMS320VC5402 的两个通用 I/O 口模拟 I2C 总线对 24 个寄存器进行配置。数据通过时钟线 SCL 以及数据线 SDA 进行传递。CY7C1021 以及 CY7C1041 分别是数据和程序空间扩展的芯片, 数据空间扩展采用的芯片为 CYPRESS 公司的生产的芯片 CY7C1021, 其是 256 KB×16 bits。该两种芯片符合图像处理过程中对数据存储效率的需求, 都是 CMOS 型的异步静态 RAM, 存取效率是 12 ns, 最高运行频率为 80 MHz, 符合系统的要求, 系统的硬件设计如图 2 所示。

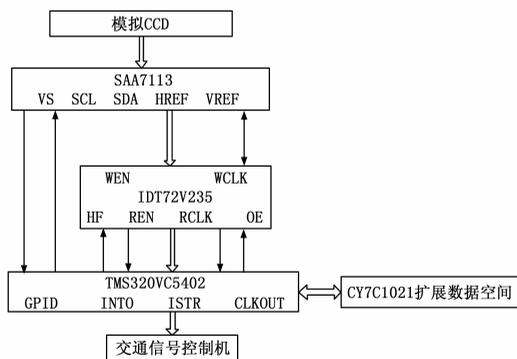


图 2 系统硬件整体设计

2.2 光电传感器的硬件设计

本文设计中采用光电传感器作为汽车速度与间距测量的核心装置。光电传感器模拟结构如图 3 所示。图中, 1 为传感器基座, 2 为测速码盘的遮光部分, 3 为红外发射二极管, 4 为红外接收三极管, 其中阴影部分为遮光板和底座。

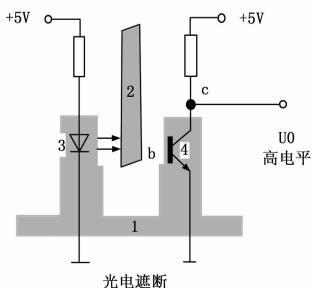


图 3 光电传感器光路遮断示意图

2.3 CCD 摄像机和图像采集卡的选择

CCD 摄像机的特征参数主要有摄像机制式、像素尺寸、分辨率及信噪比等。摄像机制式是否在线检测决定了图像收集卡的采样频率、像素尺寸、分辨率以及相应的测量范围和精度。

本文采用南京高视公司生产的枪式摄像机, 对数字面阵 CCD 逐行进行搜索, 并包含 AV 复合视频接口以及标准镜头接口, 并且具备 VC 的 SDK 软件开发包, 为汽车智能路径选择设计提供模块基础。汽车智能路径选择图像收集卡, 是视频卡的一种类型, 主要是将摄像机采集的模拟视频信号转换成离散的数字量。采用输入选择模块对摄像机输出的不同种类的視頻输出信号进行处理, 可获取能够被图像采集卡辨识的车辆视频信号。模拟视频信号通过变换后存储到卡上的帧缓存存储器中, 通过计算机 CPU 和总线调控图像的传输过程, 并且将汽车智能路径选择图像数据保存到计算机内存和硬盘中, 为图像处理提供基础。

本文采用的汽车智能路径选择图像采集卡型号是 NV7004-N, 如图 4 所示, 其能够将 CCD 摄像机模拟信号转换成数字信号传输到上位机中显示, 同时能够实现汽车图像的抓拍性能, 采用的时间间隔由用户设置, 以便于获取最佳的图像为准, 本文设置汽车智能路径选择图像采样周期间隔是 1 s。

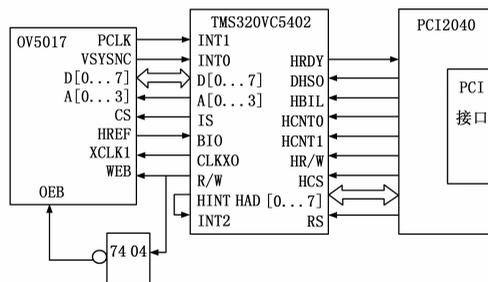


图 4 图像采集卡电路图

2.4 SAA7113 视频解码器接口设计

系统使用的视频解码芯片是 Philips 公司的 SAA7113, SAA7113 用于对模拟 CCD 获取的图像信号进行解码, 是一种图像解码芯片, 具有 4 路模拟信号的输入通道, 两路模拟信号处理通道, 具有模拟放大、增益控制及控混叠滤波等功能, 可处理汽车智能路径选择多路视频信号的亮度以及色度信号。模拟视频输入输入的标准视频信号在 SAA7113 中通过抗混叠滤波、A/D 转换, 能够变换成 BT. 656 视频数据流, 传递到中央处理单元 DM642 中。DM642 的视频端口 VP0 同视频解码芯片连接, VP0 通道配置是 8 位 BT. 656 视频输入端口, 视频数据的行/场同步信号在 BT. 656 数字视频数据流的 EAV (end of active video) 以及 SAV (start of active video) 时基信号中, 视频端口仅需要视频采样时钟以及采样能信号。SAA7113 寄存器参数的设置和状态的读取通过 IIC 总线进行, SAA7113 和 DM642 接口连接图, 如图 5 所示。

3 软件设计

3.1 检测软件整体设计

汽车智能路径选择测控软件系统基于 Visual Studio 2005 以及 NI Measurement Studio 8.6 进行开发。软件开发过程分

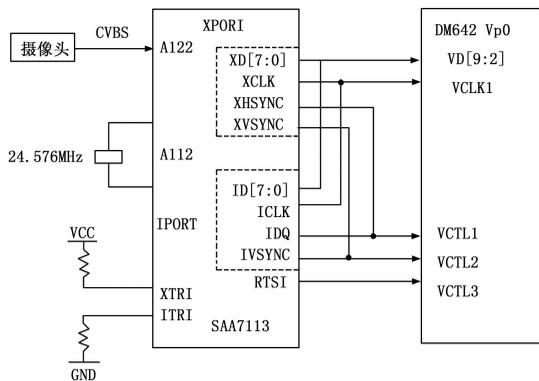


图 5 SAA7113 和 DM642 接口连接图

多步骤完成，采用多模块设计。上层资源通过固定韩式，对底层资源进行调度。由上到下总体可划分成两个层次设计：

1) 底层数据控制模块的设计，可以通过总线结构采集硬件的数据，主要包括图像数据，包括摄像头控制和图像数据采集、FPGA 数据通信、模拟电压数据采集等部分。

2) 系统的界面用面向对象的设计方法，页面的组词由仪器面板组成，提供人机交互途径，实现对结果的显示和参数的设置。

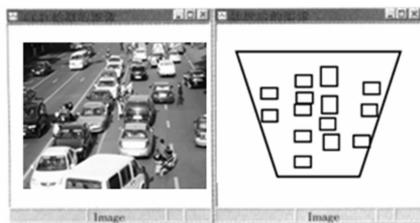
测控主界面左侧设置了不同选择开关，通过调整某一个测试条件，并记录不同测量结果，能够获取响应时间随测试条件变化的关系曲线。

3.2 车辆排队等待时间检测软件算法

汽车智能路径选择时，关键的一步是检测车辆排队等待时间，检测车辆的排队时间时，应从已有车辆的场景图像中将车辆辨识出，并且设置合理的阈值，对图像进行二值化处理。不同的场景具有一定的差异性，并且容易受到自然环境的干扰，相应的阈值具有波动性，应随着场景图象的变化而变化。本文采用最大类间方差方法（OTSU 方法）自主获取最佳的分割阈值。该方法是一种动态阈值方法，能够增强图像分割性能，其通过图像的灰度直方图，通过目标和背景的方差动态确定图像分割阈值。

OTSU 法是塑造在图像的明（背景）、暗（目标）两种类型基础上，类间的方差不仅分析方差还将目标、背景概率当成加权系数，车辆或背景在总体视频监控图像中的比例是概率，可反映车辆的尺寸大小。因而采用 OTSU 法对汽车图像进行分割，若某一颜色的车（如白色）占总体图像的比例较低，即图像不仅包括灰色车以及路面两种图像类型，还包括背景被错误划分成目标或目标被错划分成背景情况，无法准确划分车辆图像。灰色图像车辆的颜色包括白色和灰色，本文采用多次分割的方法对车辆图像进行处理。先采用 OTSU 方法将图像中的浅色和深色提取的最佳阈值求取出来，用浅色采集阈值对图像进行二值化处理，将白色提取出来，再对图像进行色彩提取，对第一幅图像取反色后同第二幅图像合并，能够采集出浅色和灰色的车辆图像。采用形态学膨胀扩大车辆的黑色边缘区域，处理后的图像用图 6 (b) 描述，分离出行车车辆明细后，再进行水平投影，因为排队的车辆具有连续性，因此投影后的连续黑色区域则是排队车辆区域，再按照视频的时间能够获取

车辆的排队时间。软件检测程序流程如图 7 所示。



(a) CCD 拍摄的图像 (b) 处理后的图像

图 6 车辆排队形态提取前后对比

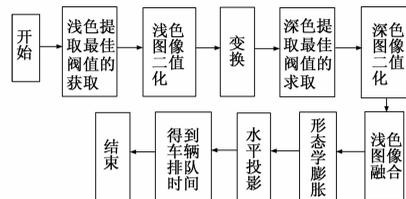


图 7 车辆排队时间采集流程图

3.3 DM642 处理器程序设计

本文汽车智能路径选择时采用的处理控制器为 DM642，控制 DM642 处理器进行串行传输数据的处理。数据的前半部分控制处理器的地址，后半部分将所要写入的值保存在处理器中。采用两个 8 bit 处理串行传输的控制数据。结合实际本文对于 I2C 写入模块采用汇编语言。

DM642 通过 I2C 总线将配置命令发送到 AIC23，完成初始化配置，然后 AIC23 开始工作。AIC23 的初始化记录在一个数组中，通过循环方式利用串口发送命令。AIC23 控制寄存器数据写入时序图如图 8 所示。

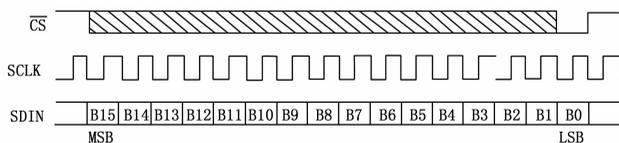


图 8 AIC23 控制寄存器数据写入时序

图 8 中所示的 16 位控制字中，B [15~9] 是控制寄存器的地址，B [8~0] 是保存在寄存器中要写入的值。

4 实验与分析

通过实验验证本文系统的有效性，实验在某市中山路十字路口，对南北向道路一天中各时段的车辆排队情况汽车智能路径选择进行实验。CCD 输出 PAL 制式 25 帧 / 秒视频，图像大小 720 × 576，选取信号灯由红灯变为绿灯的时段对车辆排队等待时间的动态变化进行检测，得到的数据为视频流，根据路口交通控制的特点，即不需要每帧画面都需要处理，我们采取每 5 s 提取一帧画面来进行处理。采集到的原始图、处理后得到的排队等待车辆边缘图用图 9 描述。在大约 10 分钟的图像序列检测中，得到的结果是比较满意的中前 50 s 的结果及误差用 10 (b) 描述，通过图 10 可以看出本文系统能够准确提取处于等待状态的车辆图像信息，本文系统是有效的。

图 10 (a) 中实线表示最优汽车路径时车辆排队等待时

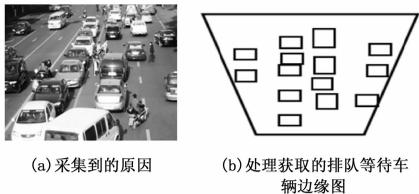


图 9 等待车辆边缘处理

间, 虚线表示本文系统选择路径选的车辆排队等待时间。图 10 (b) 是本文设计系统与最优等待时间检测的误差率统计结果。

通过图 10 能够看出, 本文系统智能选择的路径车辆排队等待时间同最优的车辆排队等待时间具有很高的匹配度, 匹配度达到 98%, 误差控制在 2.5% 以内。

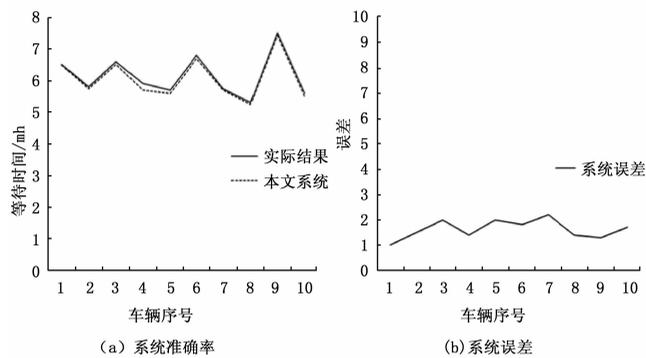


图 10 本文系统的检测结果

(上接第 2655 页)

通过观察所建立的模糊系统曲面如图 6 所示, 当温度在 5℃ 时, 该系统有良好的表现, 输出 r 基本处于同一平面。当测试温度低于 5℃ 时曲面呈下降趋势, 温度高于 5℃ 时曲面呈上升趋势, 通过不同的输入进行规则曲面观察表明, 该规则对输入有良好的判断, 能进行模糊决策。

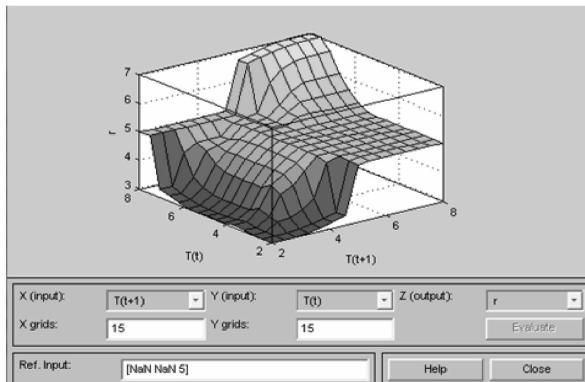


图 6 模糊系统规则曲面图

5 结束语

本文设计了一种基于单片机的汽车智能路径选择系统, 分析了系统硬件原理图、CCD 摄像机和图像采集卡以及视频解码芯片硬件结构, 给出了汽车智能路径选择的层次模块和界面, 采用最大类间方差方法 (OTSU 方法) 依据车辆和背景的方差动态确定图像分割阈值, 获取排队车辆图像区域, 按照视频的时间获取车辆的排队等待时间。实验结果说明, 该种系统选择路径的车辆排队时间与最优等待时间匹配度达到 98%, 误差控制在 2.5% 以内, 并且系统具有较高的稳定性, 取得了令人满意的效果。

参考文献:

- [1] 邹虎泉. 浅谈汽车综合性能检测机构的发展 [J]. 交通科技, 2011, (S2): 43-45.
- [2] 张新建, 刘沛, 彭诚, 等. 基于单片机的智能车载安全系统设计 [J]. 计算机测量与控制, 2013, 21 (9): 2535-2537.
- [3] 盛友招. 排队论及其在现代通信中的应用 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2007: 51-71, 129-135.
- [4] 宋枚瑶. 银行营业厅客户排队服务问题研究——基于排队论的观点 [D]. 西安: 陕西师范大学, 2008.
- [5] 孙霞林, 等. 基于排队的服务系统最小成本 [J]. 武汉工程大学学报, 2008, (1).
- [6] 吴义虎, 武志平, 刘燕妮. 基于模型预测的城市快速路匝道流量协同控制 [J]. 长沙交通学院学报, 2007, 23 (4): 18-22.
- [7] 倪燃. 基于单片机的车祸事故人工智能识别系统的设计 [J]. 科技通报, 2013, 8: 166-168.

5 结论

综上, 通过 Matlab 的仿真, 基于 BP 神经网络及模糊推理的温度预警模型是有效准确的, 可以将此模型应用在冷链物流的温度预警上, 对温度进行有效地监测, 将有效减少因突发的问题而导致的疫苗失效、食品腐坏等损失, 确保运输物品的安全。

参考文献:

- [1] 李超. 基于自适应遗传算法的 BP 神经网络预测研究及应用 [D]. 山西: 山西师范大学, 2012.
- [2] 李会兵. 基于 BP 神经网络的温度预测方法 [J]. 电子测试, 2013 (19).
- [3] 苏高利, 邓芳萍. 论基于 MATLAB 语言的 BP 神经网络的改进算法 [J]. 科技通报, 2003, 19 (2): 130-135.
- [4] 茹亮. 冷藏车远程感控系统关键技术研究 [D]. 南京: 南京邮电大学, 2013.
- [5] 杨甲沛. 基于自适应学习速率的改进型 BP 算法研究 [D]. 天津: 天津大学, 2008.
- [6] 刘振亮. 基于 BP 神经网络的机电设备温度监测预警管理系统研究 [D]. 太原: 太原理工大学, 2012.
- [7] 张海丰. Matlab 神经网络应用设计 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.