

文章编号:1000-582X(2003)11-0083-04

TMS320C6201 在汽车智能主动安全系统中的应用^{*}

黄席樾¹, 朱雷^{1,2}, 杨璟², 李强¹

(1. 重庆大学自动化学院, 重庆 400044; 2. 克拉玛依职业技术学院, 新疆 克拉玛依 833600)

摘要:随着汽车工业及交通运输业的迅速发展,频繁发生的恶性交通事故给人民的生命财产安全带来了极大威胁,也突显出了研制汽车智能主动安全系统的必要性和迫切性。基于 DSP 的汽车智能主动安全系统能够克服基于雷达、微波、超声波系统的缺陷。通过采用高性能的 TMS320C6201 DSP 芯片作为核心器件开发出的硬件系统,配合基于计算机视觉和模式识别的先进算法,能够可靠地检测道路、障碍物的存在及其距离,该系统体积小,携带、安装方便,在对较恶劣环境的适应性、系统成本价格方面也都能够满足实用化的要求。大量实验证明,本系统设计先进合理,适应于各种车辆,具有实际推广使用价值。

关键词:主动安全; 数字信号处理; 图像处理

中图分类号: TN911.73

文献标识码: A

随着现代交通的日益发达和汽车工业的不断发展,近年来高速公路建设在我国发展很快。随之而来的,是交通事故的频繁发生。在高速公路上,如遇恶劣天气、路况较差、交通拥挤或驾驶员疲劳等情况,极易发生汽车追尾、迎面相撞甚至连环交通事故。这给人民的生命财产安全带来了极大威胁,也突显出了研制汽车智能主动安全系统的必要性和迫切性。汽车智能主动安全系统是利用计算机存储量大,运算速度快的特点,通过专家系统将汽车驾驶知识作为各种情况下的辅助指导操作手段,在紧急情况下进行报警并代替人的操作,避开行人、阻碍车辆或其它障碍物,或者紧急制动(刹车)避免交通事故发生,保证车辆的安全。

目前汽车智能主动安全系统的研究,主要集中在以雷达、微波、超声波等为手段,探测路面和障碍物,并提示驾车者。目前雷达系统由于过于昂贵而未能投入广泛使用;微波、超声波等也存在探测距离小等缺点。而采用基于计算机视觉及模式识别的手段,却可以较好地克服以上缺点。

在基于计算机视觉及模式识别的汽车智能主动安全系统中,需要对采集到的图像进行实时的处理。由于需要对道路、前方障碍物等大量信息进行准确的识别,算法复杂度很高,运算量相当大,如果采用 PC 机

或笔记本电脑,其实时性往往得不到保证。即使采用很高的硬件配置使实时性得以满足,其系统成本也显得很不切合实际。而在汽车实际上路的环境下,PC 机或笔记本电脑均不能适应这种温差变化大、振动剧烈、强电磁干扰及存在其它许多意外突发事件的恶劣工作环境。由此可见,必须采取相应的措施,解决好以上几方面的问题,才能使汽车智能主动安全系统走向实用。而采用高性能的数字信号处理器,是解决以上几方面问题的重要措施。

自 1982 年美国 TI 公司推出其第一代 DSP 芯片以来,现已推出了多代数字信号处理器。TMS320C6201 是 TI 公司所推出的一种并行处理的数字信号处理器。这种能实现高速运算的 DSP 芯片,很适合用于实时图像处理^[1]。

1 TMS320C6201 数字信号处理器简介

TMS320C6000 系列的数字信号处理器,是美国 TI 公司于 1997 年推出的高端系列的 DSP。TMS320C6201 是一个定点处理器。它可以采用 50 MHz 的工作频率,经内部倍频后升至 200 MHz,每个时钟周期内最多可以并行执行 8 条指令,从而可以实现 1 600 MIPS 的定点运算能力,其完成 1 024 定点 FFT

* 收稿日期:2003-06-04

作者简介:黄席樾(1943-),男,重庆奉节人,重庆大学教授,博导,从事计算机视觉、专家系统等方面的教学与研究。

的时间只有 70 μs 。它具有以下几方面的特点^[2]：

1) 运行速度快。指令周期为 5 ns, 运算能力为 1 600 MIPS。

2) 内部结构不同于一般 DSP 芯片。内部同时集成了 2 个乘法器和 6 个算术运算单元, 且它们之间是高度正交的, 使得在一个指令周期内最大能支持 8 条 32 bit 的指令。

3) 指令集不同。为充分发挥其内部集成的各执行单元的独立运行能力, TI 公司使用了 VelociTT 超长指令字 (VLIW) 结构。它在一条指令中组合了几个执行单元, 结合其独特的内部结构, 可在一个时钟周期内并行执行几个指令。

4) 大容量的片内存储器和大范围的寻址能力。

片内集成了 64 K 的程序存储器和 64 K 的数据存储器, 并拥有 32 bit 的外部存储器界面;

5) 智能外设。内部集成了 4 个 DMA 接口, 2 个多通道缓存串口, 2 个 32 bit 计时器。

6) 低廉的使用成本。在一个无线基站的应用中, 每片 TMS320C6201 能同时完成 30 路的语音编解码, 每路成本为 3 美元, 而以前的 DSP 系列最大只能完成 5 路, 每路的成本为 7 美元。

7) TI 公司针对 TMS320C6000 系列的数字信号处理器, 还推出了一种 CCS 集成开发软件。在这种 CCS 集成开发软件的环境下, C 编译器的效率可达 80%, 若将新的线性汇编语言和 C6000 汇编优化器配合使用, 可使代码效率高达 95% 以上。

该系列的 DSP 在芯片设计上, 最初主要是针对无线基站、无线 PDA、组合 Modem、GPS 导航等需要大运算能力的应用场合, 但由于其优异的高速处理性能和出色的对外接口能力, 这种器件也很适合于实时图像处理等领域。

2 系统硬件组成

采用 TMS320C6201 为核心器件构成的汽车智能主动安全系统的硬件构成如图 1 所示。

视频采集模块: 本系统是采用计算机视觉及模式识别的原理进行道路检测、障碍物识别及测定距离, 所以必须将外部的道路、障碍物等信息以图像的形式进行采集。如果使用一般的模拟视频数据采集模块, 采集到的数据需进行 A/D 转换后再传输给数据处理模块, 如果采用数字视频数据采集模块, 则输出的直接是

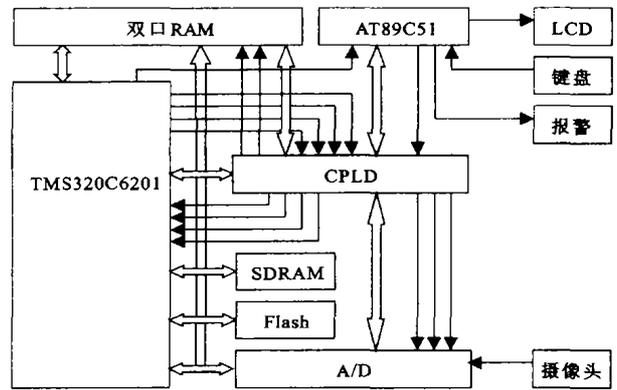


图 1 系统硬件构成

数字信号, 无需再使用 A/D 模块^[3]。

视频采集模块在选型时要注意到因本系统的特殊应用场合而带来的一些要求, 如: 在高速运动的状态下能够得到清晰的图像; 要能得到百米以外的清晰图像; 视角不能太小, 以免不能看到近处侧面的路面及障碍物; 等等。视频采集的质量对本系统的运行有着非常重大的影响, 因此视频采集模块的选型至关重要。

A/D 模块: 摄像头采集进来的视频信号需要经过 A/D 转换, 变为数字信号, 才能由 DSP 芯片进行各种处理。

TMS320C6201: DSP 芯片是整个硬件系统的核心。它的任务是运行整个系统的核心算法, 即对摄像头采集并经过 A/D 转换后得到的数字图像数据进行处理, 通过道路检测、障碍物检测及障碍物测距等算法的处理后, 得到相应的结果数据; 核心算法程序存储在程序存储区内。

SDRAM: 是容量为 4M \times 32 bit 的高速动态存储器, 以 DMA 方式从双端口存储器 RAM 传输过来的数字图像数据就存储在该存储器中。由于 TMS320C6201 DSP 芯片内部的数据存储只有 64K, 而图像数据量较大, 再加上算法运行时的中间数据, 内部存储器无法满足要求, 必须使用外部扩展存储器进行大量数据的存储, 而将内部存储器留给少量数据自动分配内存时用^[4]。

AT89C51: 由于 TMS320C6201 擅长的是数字运算, 在事务调度及与用户交互方面并不擅长, 所以系统采用一块单片机, 与 DSP 芯片进行配合, 由 DSP 芯片负责核心算法方面的运算, 而由单片机进行事务调度、人机交互, 两者并行运行; 单片机按照一定的频率从视频采集模块读取数据, 经 A/D 转换后, 送入双口 RAM

中,并向 DSP 发送信号,通知 DSP 从双口 RAM 中读取数据。DSP 处理完毕的最终结果,如障碍物距离、报警信号,也要通过单片机送到 LCD 中和扬声器中^[5]。

AT89C51 是一种低损耗、高性能、高性价比的 8 位微处理器,片内有 4 K 的在线可重复编程快擦快写程序存储器,在各种场合得到了广泛的应用。

CPLD:负责各端口的地址译码、A/D 模块的控制逻辑及高速的 DSP 芯片与慢速的单片机、双口 RAM 之间的数据交互;

双口 RAM:摄像头采集的视频信号经 A/D 转换为数字信号,数字图像数据按照一定的顺序存入双端口存储器中^[6]。

Flash:FLASH MEMORY 中存放系统开机自举程序及有关参数数据。

LCD、报警、键盘等:系统检测障碍物的结果以数字形式显示在 LCD 上;当障碍物距离过小或车辆跑偏时,以声音、闪烁等形式给驾车者发出提示;系统使用者可以通过键盘进行系统复位等操作。

3 系统软件设计

系统软件分为两部分,一部分运行在单片机中,另一部分运行在 DSP 芯片中。核心算法是 DSP 中的程序,完成对图像的全部处理,并得出障碍物距离、车辆是否跑偏等结果。单片机中程序完成各模块之间的协调配合控制及结果输出、用户接口。

4 工作流程介绍

系统开机后,FLASH MEMORY 内的程序将系统自举到 DSP 内部的程序存储区,然后执行一些初始化的工作。此时摄像机应该已经开始工作,将图像数据经 A/D 转换后,通过双口 RAM,存放在 SDRAM 预定的数据存储区地址内,运行 DSP 程序存储区内的程序,对图像进行相应的处理,即进行道路检测、障碍物检测和障碍物测距等算法的执行。一幅图像处理完毕后,将结果传送到数据存储区预定的地址内,由单片机进行输出,并对下一幅图像数据进行同样的处理,如此循环进行。如果计算出的障碍物距离小于警戒距离或车辆跑偏,系统发出报警信号。

系统工作流程见图 2 所示。

注意其中图像采集和数据处理是并行运行的。

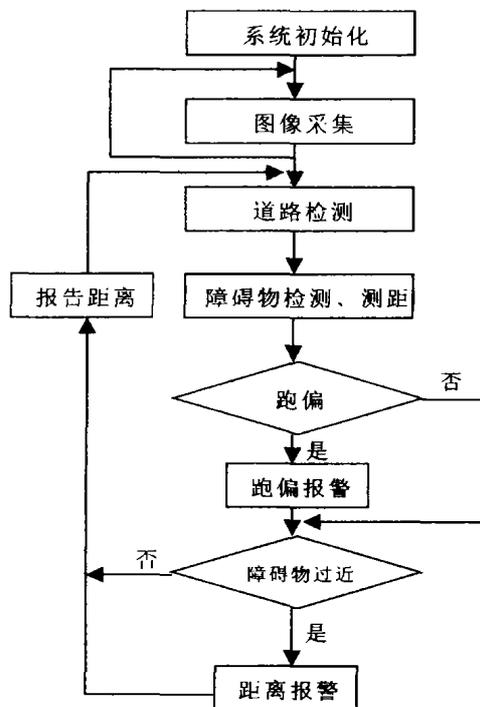


图 2 系统工作流程

5 结束语

采用 TMS320C6201 数字信号处理器为核心进行汽车智能主动安全系统的开发,通过合理的硬件设计和先进的数字信号处理算法,能够满足系统实时性的要求,迅速准确地检测出道路和障碍物,防止车辆跑偏,及时警示前方障碍物的存在及距离。而且该系统体积小,携带、安装方便,在对较恶劣环境的适应性、系统成本价格方面也都能够满足实用化的要求。通过软件仿真及实际上路对软件算法的验证,并使用数字信号处理器的 EVM 板进行器件评估,证明本系统设计先进合理,适应于各种车辆,具有良好的实际推广使用价值。

参考文献:

- [1] 赵训威. 基于 TMS320C6200 系列 DSP 芯片的应用与开发[M]. 北京:人民邮电出版社,2002.
- [2] 任梅香,马淑芬,李方慧. TMS320C6000 系列 DSPs 的原理与应用[M]. 北京:电子工业出版社,2000.
- [3] 张雄伟,曹铁勇. DSP 芯片的原理与开发应用[M]. 北京:电子工业出版社,2001.
- [4] 张雄伟,陈亮,徐光辉. DSP 集成开发与应用实例[M]. 北京:电子工业出版社,2002.
- [5] 王念旭. DSP 基础与应用系统设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2001.
- [6] 黄风英. DSP 原理与应用[M]. 南京:东南大学出版社,1997.

Application of TMS320C6201 to Intelligent Active Security System

HUANG Xi-yue¹, ZHU Lei^{1,2}, YANG Jing², LI Qiong¹

(1. College of Automation, Chongqing University, Chongqing 400044, China;

2. Kelanayi Enstitute of Technology, Xijiang 833600, China)

Abstract: With the development of car industry and carrying trade, serious traffic accident threatens the safety of people and property. It proves the essentiality and instancy of developing the intelligent active security system. The system based on the DSP, can overcome the flaw of the system based on the radar, microwave and ultrasonic. With the TMS320C6201 DSP and the algorithm of computer vision and mode identity, it can find the rode, roadblock and the distance of road-block. With small volume, portable, easy install, adaptability with atrocious environment and low price, the system can meet the desire of practicability. A lot of experiment prove that the design of the system is advanced and reasonable, and can be adapted to the intelligent aided drive of all kinds of car. The system has the good value of popularize and employ.

Key words: active security; data information processing; image processing

(编辑 吕赛英)

(上接第 82 页)

The Electronic Energy – band Structures of (HgS/CdS)_n HgS Linear Superlattice

ZHENG Rui-lun¹, TIAN De-xiang¹, ZHENG Yong-lin²

(1. Department of Physics, Southwest Normal University, Chongqing 400715, China;

2. Department of Physics, Fuling Normal University, Fuling Chongqing 408003, China)

Abstract: The schrödinger equation of the linear superlattice systems toward axial line composed of two kinds of materials has been built, and it has been solved. The potential and potential barrier width on the influence of electronic spectrum is researched. It shows that there are energy-band structures in linear superlattice system toward axial iine. The lower energy-band width is smaller than higher energy-band width does. The increase of potential well width and the decrease of the potential barrier will make the energy band bottom lower and the energy band width increase. The first order forbidden energy-band width is the biggest when cylindrical radius is about 40 Å.

Key words: (HgSCdS)_n HgS linear superlattice; energy-band structures; electronic energy spectrum

(编辑 张 革)