

TMS320VC5402 在汽车防撞警示雷达中的应用

摘要: 介绍了 TMS320VC5402 芯片的主要特点、功能及其结构,给出了采用该芯片的汽车防撞警示雷达信号处理部分的电路原理设计和软件设计。该雷达可对道路前方的目标进行准确地探测、分类、跟踪以及发现危险目标后进行报警。经过多次上车试验,证明其性能优良、工作稳定可靠,在能见度较差的气象环境和复杂的路况条件下能确保机动车辆安全行驶,降低交通事故发生率。

关键词: 防撞警示雷达 DSP CPLD FFT

随着汽车工业和高速高架公路的飞速发展,汽车撞车事故亦随之日益严重。汽车制造商迫切需要解决汽车的防撞报警问题。欧洲的一项研究表明:驾驶员只要在有碰撞危险的 0.5 秒前得到“预警”,就可以避免至少 60% 的追尾撞车事故、30% 的迎面撞车事故和 50% 的路面相关事故;若有 1 秒钟的“预警”时间,则可避免 90% 的事故。因此,近十几年来,美国、日本和欧洲多家著名汽车公司投入巨额资金,先后研制成功了 24GHz、60GHz、76.5GHz 三种频率的单脉冲和调频连续波两种体制的汽车防撞雷达系统。毫米波(微波)防撞雷达与其它系统(如超声波、激光)相比,具有显著的优点:它们可探测目标的距离和方位(角度);特别适合在恶劣环境下(如雨、雪、雾等天气下)工作;系统后端信号处理机可根据使用要求,联接并控制轿车的自动操作系统以达到自动减速、“巡航”、慢速行车或紧急刹车等目的。这两种体制的雷达系统已经在美国的三大汽车公司、日本尼桑公司和欧洲一些汽车公司的高档轿车中应用,但由于其成本高昂而未能得到广泛使用。

尽管我国的汽车防撞雷达研制起步较晚,但已得到业界的高度重视。近年来价格低廉的高性能 DSP 芯片的出现极大地推动了世界电子产品的发展,使得低成本高性能的汽车防撞雷达的实现和普及成为可能。本文提出用高性能 DSP 芯片 TMS320VC5402 担任数字信号处理任务、CPLD 完成控制和接口逻辑、单片机 AT89C51 提供人机通道和其余协调工作的汽车防撞警示雷达信号处理部分的原理方案,并简要介绍其实现电路和系统结构。

1 TMS320VC5402 简介

TMS320VC5402 是美国 TI 公司 1999 年 10 月推出的一款性价比极高的定点 DSP 芯片,该芯片具有以下主要特点^[1]:

(1)运算速度快。指令周期为 10ns,运算能力为 100 MIPS。

(2)强大的寻址能力。1M×16 位最大可寻址外部

存储空间,内置 16K×16 位 RAM,4K×16 位 ROM。

(3)优化的 CPU 结构。内部有 1 个 40 位的算术逻辑单元,2 个 40 位的累加器,2 个 40 位的加法器,1 个 17×17 的乘法器和 1 个 40 位的桶形移位器。有 4 条内部总线(三条 16 位数据存储器总线和一条程序存储器总线)和 2 个地址产生器。

(4)智能外设。除了标准的串行口和时分复用(TDM)串行口外,TMS320VC5402 还提供了自动缓冲串行口 BSP(Auto-Buffered Serial Port)和与外部处理器通信的 HPI(Host Port Interface)接口。BSP 可提供 2K 字数据缓冲的读写能力,从而降低了处理器的额外开销,BSP 的最大数据吞吐量为 100Mbit/s,即使在 IDLE 方式下,BSP 也可以全速工作。HPI 可以与外部标准的微处理器直接接口。

(5)低功耗方式。TMS320VC5402 内核电源 1.8V,IO 电源 3.3V,三个低功耗方式(IDLE1、IDLE2 和 IDLE3)可以节省 DSP 的功耗,特别适合电池供电系统。

(6)体积小。144 脚 LQFP 封装。

(7)开发方便。JTAG 扫描仿真接口(IEEE 标准, P1149.1)。

TMS320VC5402 以其独有的高性能、低功耗和低成本优势,在一推出就受到业内用户的普遍欢迎,这也是我们选择它作为该汽车防撞警示雷达的数字信号处理器的主要原因。

2 防撞雷达设计思想及性能参数简介

该汽车防撞警示雷达的主要设计思想,是考虑到迎面相撞和追尾等恶性交通事故往往发生在路况复杂、能见度差、驾驶员疲劳的情况下,所以其最主要的设计目的是及早发现前方有潜在危险的目标,并及时报警以提醒驾驶员做出相应的处理动作。由于在汽车行驶过程中,多普勒传感器接收到的信号十分复杂,要使之能在很小的视域里对汽车前方的多个目标进行检测、分类、跟踪,并做出判断、报警,必须进行大量复杂的实时数字信号处理运算,因此我们选用高性能 DSP 芯片 TMS320VC5402 来完成这一系列复杂的

集成电路应用

算法;同时,为了提高系统的灵活性和可靠性,我们采用 CPLD 器件来完成系统所需要的各种控制和接口功能。

该雷达的主要技术参数如下:

(1)属于全天候型警示雷达系统,在雾、雨、雪、夜等各种恶劣的气象环境和复杂的路况条件下均可正常工作。

(2)工作波段:微波或毫米波。

(3)发射机类型:耿氏二极管。

(4)发射机输出功率:20mW。

(5)天线水平波束宽度:6°。

(6)作用距离:200m。

(7)更新速率:20次/秒。

3 电路原理设计

由于 TMS320VC5402 在数值算法上有很强的能力,然而在事务调度方面却并不擅长,因此我们用一片 AT89C51 与之配合,采用主从结构处理方式。由 TMS320VC5402 完成 A/D 采样以及有关数值计算的一系列处理,包括杂波滤除、时域加窗、FFT、功率谱估计、谱峰搜索、目标提取、目标跟踪等等;由单片机完成事务调度、人机接口、显示和危险报警任务。TMS320VC5402 与 AT89C51 的数据交换采用并行方式。系统信号处理原理框图如图 1 所示。

在图 1 中,CPLD 主要完成的任务有四个:(1)各端口的地址译码,包括 AD775 的启动、读数,各标志单元的地址产生等。(2)TMS320VC5402 与单片机之间的数据交换。由于 AT89C51 对于 DSP 来说属于慢速器件,因此我们采用双缓冲结构以保证数据交换可靠,XF 和 P2.7 用于 TMS320VC5402 与单片机交换数据时的应答信号。(3)AD775 的控制逻辑。AD775 是 A/D 公司生产的一款采样频率高达 20MHz 的 8 位并行 A/D 器件,其控制十分方便。启动 A/D 后由 TMS320VC5402 的 BIO 口查询 AD775 的结束标志,即可读取有效转换数据。(4)TMS320VC5402 与 FLASH

EPROM 的接口。由于 EPROM 是读取时间为 120ns 的慢速器件,我们设计了 2 个周期的硬件等待电路^[2],CPLD 中的模块大多由硬件描述语言 VHDL 写成。CPLD 的应用使得整个系统的电路设计大大简化,且结构紧凑、协调有序、调试方便、性能可靠。图 2 为 CPLD 内部主要功能框图。

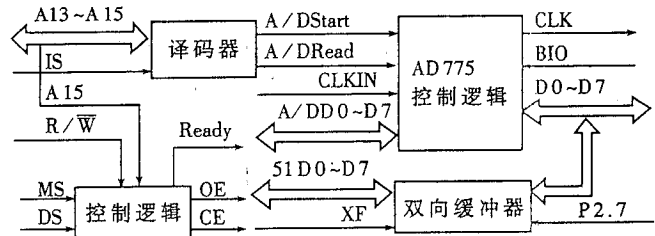


图 2 CPLD 内部结构框图

4 软件设计

TMS320VC5402 需要完成的主要任务有:(1)启动 A/D 并读取转换后的数据。(2)目标提取,包括数据预处理(杂波滤除、时域加窗)、功率谱估计、谱峰搜索、目标分类、危险目标确定及跟踪等等。(3)与 AT89C51 交换数据。

单片机主要完成与 DSP 交换数据、门限设定、人机接口、判断报警等任务。我们将这些内容分成不同的子程序按模块进行设计,调试和扩展十分方便。以下是我们给出的 TMS320VC5402 软件编程的流程图,如图 3 所示。

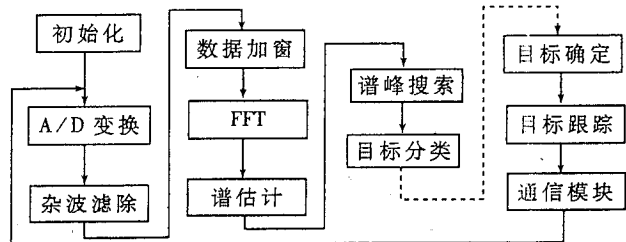


图 3 主程序流程图

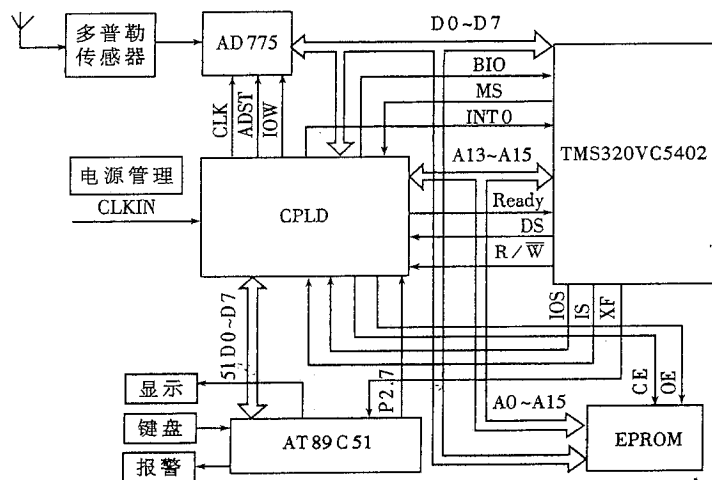


图 1 系统信号处理原理框图

该汽车防撞雷达系统不仅成本低廉(与国外同类产品相比)、体积小、可靠性高,而且先进的数字信号处理算法使其灵敏度高、虚警概率低,危险目标发现及时准确。

参考文献

- 1 TMS320VC5402 Fix-Point Digital Signal Processor (Literature number SPRS079).from <http://www.ti.com>
- 2 张雄伟.DSP 芯片的原理与开发应用.北京:电子工业出版社,1997
- 3 F. Wohlgenuth et al. Automotive System Design: Today and Tomorrow.IEEE MTT-S International Microwave Symposium, 1998; I12-1-7
- 4 A.G. Stove. Obstacle Detection Radar for Cars. Electronics & Communication Engineering Journal, October, 1991:232~240

欢迎索取免费详细资料、设计选型指南和光盘、样品；产品繁多未能尽录，欢迎来电查询。

[中国传感器科技信息网：HTTP://WWW.SENSOR-IC.COM/](http://WWW.SENSOR-IC.COM/)

[工控安防网：HTTP://WWW.PC-PS.NET/](http://WWW.PC-PS.NET/)

[消费电子专用电路网：HTTP://WWW.SUNSTARE.COM/](http://WWW.SUNSTARE.COM/)

E-MAIL：xjr5@163.com szss20@163.com

MSN：suns8888@hotmail.com

QQ：195847376

地址：深圳市福田区福华路福庆街鸿图大厦 1602 室

电话：0755-83376549 83376489 83387030 83387016

传真：0755-83376182 83338339 邮编：518033 手机：(0)13902971329

深圳展销部：深圳华强北路赛格电子市场 2583 号 TEL/FAX：
0755-83665529 25059422

北京分公司：北京海淀区知春路 132 号中发电子大厦 3097 号

TEL：010-81159046 82615020 13501189838 FAX：010-82613476

上海分公司：上海市北京东路 668 号上海赛格电子市场 2B35 号

TEL：021-28311762 56703037 13701955389 FAX：021-56703037

西安分公司：西安高新开发区 20 所(中国电子科技集团导航技术研究所)
西安劳动南路 88 号电子商城二楼 D23 号

TEL：029-81022619 13072977981 FAX:029-88789382

成都：TEL:(0)13717066236

技术支持：0755-83394033 13501568376

SUNSTAR商斯达实业集团是集研发、生产、工程、销售、代理经销、技术咨询、信息服务等为一体的高科技企业，是专业高科技电子产品生产厂家，是具有 10 多年历史的专业电子元器件供应商，是中国最早和最大的仓储式连锁规模经营大型综合电子零部件代理分销商之一，是一家专业代理和分销世界各大品牌 IC 芯片和电子元器件的连锁经营综合性国际公司。在香港、北京、深圳、上海、西安、成都等全国主要电子市场设有直属分公司和产品展示展销窗口门市部专卖店及代理分销商，已在全国范围内建成强大统一的供货和代理分销网络。我们专业代理经销、开发生产电子元器件、集成电路、传感器、微波光电元器件、工控机/DOC/DOM 电子盘、专用电路、单片机开发、MCU/DSP/ARM/FPGA 软件硬件、二极管、三极管、模块等，是您可靠的一站式现货配套供应商、方案提供商、部件功能模块开发配套商。专业以现代信息产业（计算机、通讯及传感器）三大支柱之一的传感器为主营业务，专业经营各类传感器的代理、销售生产、网络信息、科技图书资料及配套产品设计、工程开发。我们的专业网站——中国传感器科技信息网（全球传感器数据库）www.SENSOR-IC.COM 服务于全球高科技生产商及贸易商，为企业科技产品开发提供技术交流平台。欢迎各厂商互通有无、交换信息、交换链接、发布寻求代理信息。欢迎国外高科技传感器、变送器、执行器、自动控制产品厂商介绍产品到中国，共同开拓市场。本网站是关于各种传感器-变送器-仪器仪表及工业自动化大型专业网站，深入到工业控制、系统工程计 测量、自动化、安防报警、消费电子等众多领域，把最新的传感器-变送器-仪器仪表买卖信息，最新技术供求，最新采购商，行业动态，发展方向，最新的技术应用和市场资讯及时的传递给广大科技开发、科学研究、产品设计人员。本网站已成功为石油、化工、电力、医药、生物、航空、航天、国防、能源、冶金、电子、工业、农业、交通、汽车、矿山、煤炭、纺织、信息、通信、IT、安防、环保、印刷、科研、气象、仪器仪表等领域从事科学研究、产品设计、开发、生产制造的科技人员、管理人员、和采购人员提供满意服务。我们公司专业生产、代理、经销、销售各种传感器、变送器、敏感元器件、开关、执行器、仪器仪表、自动化控制系统：专门从事设计、生产、销售各种传感器、变送器、各种测控仪表、热工仪表、现场控制器、计算机控制系统、数据采集系统、各类环境监控系统、专用控制系统应用软件以及嵌入式系统开发及应用等工作。如热敏电阻、压敏电阻、温度传感器、温度变送器、湿度传感器、湿度变送器、气体传感器、气体变送器、压力传感器、压力变送、称重传感器、物（液）位传感器、物（液）位变送器、流量传感器、流量变送器、电流（压）传感器、溶氧传感器、霍尔传感器、图像传感器、超声波传感器、位移传感器、速度传感器、加速度传感器、扭距传感器、红外传感器、紫外传感器、火焰传感器、激光传感器、振动传感器、轴角传感器、光电传感器、接近传感器、干簧管传感器、继电器传感器、微型电泵、磁敏（阻）传感器、压力开关、接近开关、光电开关、色标传感器、光纤传感器、齿轮测速传感器、时间继电器、计数器、计米器、温控仪、固态继电器、调压模块、电磁铁、电压表、电流表等特殊传感器。同时承接传感器应用电路、产品设计和自动化工程项目。

更多产品请看本公司产品专用销售网站：

商斯达中国传感器科技信息网：<http://www.sensor-ic.com/>

商斯达工控安防网：<http://www.pc-ps.net/>

商斯达电子元器件网：<http://www.sunstare.com/>

商斯达微波光电产品网：[HTTP://www.rfoe.net/](http://www.rfoe.net/)

商斯达消费电子产品网：<http://www.icasic.com/>

商斯达军工产品网：<http://www.junpinic.com/>

商斯达实业科技产品网：<http://www.sunstars.cn/> 传感器销售热线：

地址：深圳市福田区福华路福庆街鸿图大厦 1602 室

电话：0755-83607652 83376489 83376549 83370250 83370251 82500323

传真：0755-83376182 (0) 13902971329 MSN: SUNS888@hotmail.com

邮编：518033 E-mail: szss20@163.com QQ: 195847376

深圳赛格展销部：深圳华强北路赛格电子市场 2583 号 电话：0755-83665529 25059422

技术支持：0755-83394033 13501568376

欢迎索取免费详细资料、设计指南和光盘；产品凡多，未能尽录，欢迎来电查询。

北京分公司：北京海淀区知春路 132 号中发电子大厦 3097 号

TEL: 010-81159046 82615020 13501189838 FAX: 010-62543996

上海分公司：上海市北京东路 668 号上海赛格电子市场 D125 号

TEL: 021-28311762 56703037 13701955389 FAX: 021-56703037

西安分公司：西安高新开发区 20 所(中国电子科技集团导航技术研究所)

西安劳动南路 88 号电子商城二楼 D23 号

TEL: 029-81022619 13072977981 FAX:029-88789382