

毕业设计论文

汽车全景显示系统研究

培 养 单 位： XXX

学 科 专 业： XXX

学 生 姓 名： XXX

指 导 老 师： XXX

2013 年 6 月

目录

摘要 I

Abstract II

1 绪论 1

 1.1 课题研究背景 1

 1.2 国内外技术研究现状 2

 1.3 技术发展趋势 3

 1.4 研究项目的意义 3

 1.5 本论文主要内容 4

2 系统的软件设计 5

 2.1 软件架构的总体设计 5

 2.2 鱼眼图像矫正的非标定算法 6

 2.3 鱼眼图像矫正的标定算法 11

 2.4 角点检测算法 12

 2.5 鱼眼图像矫正 13

 2.6 图像拼接技术 15

 2.7 算法的移植 19

 2.8 本章小结 21

3 硬件方案设计 22

 3.1 硬件方案概述 22

 3.2 硬件系统功能描述 23

 3.3 硬件系统采用的主要芯片 24

 3.4 本章小结 27

4 总结与展望 28

 4.1 对系统的总结 28

 4.2 下一步工作展望 28

参考文献 30

致谢 32

科研成果 33

摘要

全景显示系统为驾驶员提供一个汽车周围 360° 全景鸟瞰图的辅助驾驶视野，消除驾驶盲区，辅助驾驶员泊车，给驾驶员安全驾驶带来巨大的便利，降低了汽车事故发生的概率，这是也主动安全驾驶系统的一个发展趋势。

本文提出一种利用棋盘格标定板校正鱼眼图像的方法，利用 Harris 角点检测算法检测棋盘格的角点，得到标定数据，利用这些标定数据对图像的四路视频输入进行矫正，得到四个方向上鸟瞰图，再利用公共区域内标定两个共同点来确定拼接缝隙，对四路图像进行拼接，得到一帧完整的全景鸟瞰图，实验结果表明这种软件算法得到的全景显示图清晰、变形量小，能够很好地完成辅助驾驶的功能。

硬件实现方案是以 DSP 作为视频核心处理芯片。整个系统上电之后，四路摄像头同时开始采集图像信息，四路解码芯片同时对四路视频输入信号进行模数转换，把数据存储到指定地址的存储器中，当四帧数据存储完成，首先是从 SDRAM 里面读取标定数据，然后对四路摄像头输入的鱼眼失真图像进行还原，再进行图像拼接，把拼接之后的图像送到存储显示数据地址里面存储，最后并把需显示数据通过编码芯片编码之后输送到相应的显示器上面。最后测试表明，这套硬件方案能够很好地实现汽车全景显示的功能。

关键词：鸟瞰图；逆投影变换；图像拼接；角点检测；图像标定

Abstract

Automotive panoramic display system provides the drivers with a wide auxiliary driving vision that shows the 360° bird's eye panoramic. It can assist the driver parking and eliminate driving blind area. It brings the huge convenience to the driver and reduces the probability of car accidents, and the system is a trend of safely active driving system.

The thesis proposes a calibration method that uses the checkerboard corner as the calibration. The Harris corner detection algorithm is used to detect the corner and gets the calibration data that will be used to correct the input videos to get four aerial views in four directions. Picking two points in the public area to determine the splicing gap can fuse the four views, and get a frame of 360-degree panoramic aerial view. The result shows that the software algorithm can get a very good panoramic view and satisfy the function of auxiliary driving.

In order to realize the function, the thesis gives a hardware scheme with DSP as the core processing chip. Four road cameras start to collect image information at the same time after power on. Four decoding chips converts the modulus to digitals, and store the data to the specified address in memory. After the four frames from four cameras has been sampled, the calibration data firstly is read from SDARM to correct the fisheye images, then joint the four corrected images. The jointed image is stored to the address of display. The jointed image is coded and shown in the screen, so a frame of panorama is completed. The final result shows that the hardware scheme can well realize the panoramic display.

Key word: fisheye calibration; panorama; bird view; inverse projection; corner detection

1 绪论

1.1 课题研究背景

汽车成为现代社会不可缺少的交通工具，它改变了人们的生活方式，推动了社会经济的发展 and 人类文化的进步。最近几年，汽车进入家庭的步伐逐渐加快。目前中国民用汽车保有量已超过 1 亿辆，超过德国，仅次于美国^[1]。汽车过快的发展速度，使得中国人对汽车社会的到来准备不足，人们心态普遍比较浮躁，不仅驾车人遵守交通法规意识欠缺，行人也缺乏自我保护意识。同时，中国人口众多，各大城市人口密度很高，车与车，人与车的矛盾也特别尖锐，道路上事故频发，无论频率还是绝对数量，不仅大大高于发达国家，也高于其他发展中国家。近几年我国每年道路交通事故死亡约 10 万人，直接经济损失达数十亿元^[2]。减少交通事故不仅要在增强驾驶员的安全意识，也要使汽车自身具备提前预知可能发生的汽车安全事故和减少已发生的汽车事故的损失的功能，并且现存的绝大多数的辅助驾驶工具的目的都是为了解决这个问题。汽车安全保障系统大体可以分为被动和主动系统，前者主要包括安全带、安全气囊等，虽然能降低事故伤亡程度，但并不能防止事故的发生；后者则主要利用各类传感器，如超声波、雷达、红外热传感器和摄像机等^[2]。它们能够为驾驶员提供障碍物等路况信息。同时，主动安全保障系统也是智能交通系统的重要组成部分^[1]。在上述所有的方法中，摄像机具有低成本、易维护和高集成性等优点，因此得到了广泛的应用，尤其是在倒车辅助系统之中，倒车摄像头系统已经在开始在中国乘用车市场慢慢普及，而雷达辅助倒车系统在现在乘用车上已经成为一种最基本配置，但是雷达辅助倒车系统不具有可视性，所以在将来乘用车市场，倒车摄像头将和倒车雷达一样成为一种基本配置。

随着计算机技术的不断发展，图像处理技术和计算机视觉技术越来越多地被应用到汽车电子领域。由于安装在汽车尾部的倒车摄像头只能覆盖汽车后方有限的区域，而车两侧和前方的视觉盲区无疑增加了安全驾驶的隐患，而且现在单一摄像头拍摄到车影视都存在一定失真，不符合驾驶员倒车时视觉习惯。在狭隘拥堵的停车场，尤其是左右两边都已有车的情况下，很容易发生碰撞事故。所以仅靠后方摄像头输入的视频信号已经不能满足驾驶员倒车时驾驶要求。最好的视觉效果是需要汽车四个方向视频信号同时显示，产生一种从汽车正上方俯视全车的鸟瞰全景图，完全消除汽车四周环境盲区，从而为驾驶员倒车提供全方位环境信息，让驾驶员倒车更轻松，同时，有效减少倒车时发生事故的概率。

1.2 国内外技术研究现状

1.2.1 国外技术研究现状

汽车全景显示的概念最早于 2002 年在《Image synthesis display method and apparatus for vehicle camera》^[3]首次被提出,这一概念被提出之后,很多汽车厂商和相关科研单位开始了相关技术的研究,在随后的时间,日本汽车三大巨头之一的日产发布了全球第一款汽车全景显示系统,之后日本丰田公司也推出相应产品。

日产全景显示系统简称为 AVM (Around View Monitor)^[4]。该技术 2007 年运用在英菲尼迪 FX35 车型上,后续很多高端进口 SUV 车型原车顶级配置也很有该系统,如:宝马 X 系列,路虎,霸道,都仅仅在高端车型上实现。AVM (Around View Monitor) 技术是由日产汽车开发出了一套颇为实用的环视检测系统。这一系统是由安装在仪表台上的显示屏来显示车辆四周的俯视情况,可彻底消灭车辆的盲点,当然,它的最大功用还在于辅助驾驶员停车。AVM 系统是由分别安装在车辆前格栅、左右侧门镜及尾门的 4 个广角摄像头来收集数据,然后利用图像处理技术将其合成为一个完整的画面反映在驾驶室的显示屏上,司机可以通过画面的指示调整揉库、倒库的角度。2011 款逍客后视镜和车尾增加了三组倒车摄像头构成先进的全景影像停车辅助系统^[2]。该系统通过分布在前进气格栅、左右两边后视镜下以及后牌照架上的摄像头进行实时景象的捕捉,最后经过软件合成显示在屏幕上,车身周围的情况一览无遗。利用全车周围安装的雷达探头,实现 360 度监测,不存在视野死角,能够帮助驾驶者更为轻松地调头和泊车。

1.2.2 国内技术研究现状

由于中国汽车工业起步比较晚,在汽车相关技术研究方面也有一定的滞后,虽然国内汽车公司、高等院校和科研所已经投入一定精力研究汽车全景显示系统,但市场上还没有一款真正成熟可靠地全景显示系统商品,不过对汽车全景显示系统的研究也取得一定的成果。

2007 年杨国光、肖潇、薛峰、朱钰等人开发出了一种汽车半球全景后视系统,包括摄像机、视频显示装置,摄像机采用半球全景环形透镜及装于其后方的转像透镜^[11]。半球全景环形透镜的前曲面呈内凹的球面,该球面朝向透镜内部的一面为第一反射球面;第一反射球面的四周连接有呈环状的外凸的第一折射球面;第一折射球面又与另一呈环状的外凸的球面相连,该球面朝向透镜内部的一面为第二反射球面,与之相连的透镜后曲面呈外凸的球面,为第二折射球面。摄像机的视频输出,一路经视频显示装置的图像展开单元接显示单元,一路经智能图像分析单元接自动警报单元。本实用新型通过一个摄像机,就能在显示屏上实时清晰地显示汽车后视全景,而且还能感知危险情况、启动报警,确保行驶安全。

2012 年创维汽车电子通过视频短片发布了一款汽车安全电子新品——360°全景泊车系统^[2]。该系统通过安装在车身前、后、左、右的广角摄像头，利用畸变校正、虚拟鸟瞰变换、图像拼接等技术，拼接成一幅完整的图像，将汽车四周的状况直观地展示在显示屏上，使驾驶者看清车身前后左右的盲区，以提高泊车的安全性和稳定性，实现车身四周 360°无盲区泊车辅助。但目前这项技术仅仅是作为一种汽车改装产品出现在市场上，或者加装在部分高端车上，还无法达到普及应用。

1.3 技术发展趋势

随着汽车技术的发展，汽车产品上电子系统将越来越多，但是汽车作为一种商品，将越来越廉价，功能性能越来越全面，安全性能越来越高，舒适性也会越来越好，因此，汽车全景显示系统有三个发展趋势：

1、低成本化：现在汽车全景显示系统硬件由四个摄像头，一个处理器，一个显示器和一定容量的存储器，还有一些其他外围设施组成，汽车全景显示系统是一个复杂的电子系统，其成本比较高，目前主要用在一些高端车型上面，但是随着技术的进步，生产工艺的提升，所有电子器件价格也将越来越便宜，汽车显示系统成本将越来越低，从高端车型走向普及型轿车。

2、高速化：目前汽车全景显示系统运用的车速一般低于 15Km/h，这是由于对图像处理和拼接需要一定的时间，当车速过快，系统显示全景视图会明显的滞后于汽车行驶的速度，使驾驶员有明显的滞后感，但是随着图像处理技术进步，和处理器性能提升，全景显示系统处理得到一帧全景视图的速度必然会越来越快，全景显示系统适用的车速也将越来越高。

3、多功能化：全景显示系统只能实现把汽车四周环境拍摄之后通过图像还原拼接技术形成全景鸟瞰图，然后显示到显示器上面，但是安全化是汽车一大主题，所以随着系统发展，技术越来越成熟，一些主动安全措施也会加入到系统当中，在图像处理的时候加上静态障碍物识别，行人检测和移动车辆检测的功能，当系统判断会有危险情况发生时，系统主动提醒驾驶员。

1.4 研究项目的意义

在汽车行驶过程中最重要的就是需要驾驶员集中注意力，但是行车路面上一些小坑或者是后面汽车的一个快速超车，常常会让驾驶员应接不暇。由于汽车的体型一般都比较大，对于一般的新手和女性驾驶员来说，汽车盲区问题是最令人头痛的，尤其是汽车在转弯或者是倒车的时候，死角的问题最为明显。驾驶员们都希望可以看到汽车周边所有的环境情况、轻易应对行车过程中所遇到的问题^[2]。全景显示系统就是根据目前驾驶员们常常遇见的盲区问题进行测试，而研发设计的。像现在市场上最先进的全车可视系统就是将广角摄像头或鱼眼摄像头安装固定在汽车上的各个死角，使用画面分割主机将多个摄像机画面合

并在同一个液晶屏上实时显示汽车周边的影像，并且对各个摄像头的视频信号进行实时监控录像，记录汽车行驶过程中周边情况^[2]。汽车正常行驶时，显示左右前摄像头的画面，当汽车进行左右转向或倒车时，系统自动为您切换至对应的左右转向画面或倒车画面，真正做到方便、快捷、安全驾驶！但是目前这项技术还存在一些难点，全景拼接后的图像并不能达到很高的精度，难以给驾驶员很好的位置信息，而目前要做到较高精度的指导驾驶，所需成本较高，高端车型才会装载该产品，难以普及在中低档车型上，所以我们提出本研究对象，在畸形图像修正和图像拼接技术有所突破，可以得到清晰的全景显示图。

1.5 本论文主要内容

文章的总体结构如下：第一章是论文绪论部分，主要介绍系统的发展背景和发展现状；第二章是描述系统的软件算法，比较常用算法的优劣，然后提出自己的算法思想并通过 Matlab 软件平台实现对应算法；第三章是介绍基于 DM642 芯片的硬件实现方案，在文章最后的章节中对全文进行总结，提出系统不足之处并对未来发展做出展望。

论文主要解决两个问题：第一、实现汽车全景显示系统的软件算法，第二、提出汽车全景显示系统的硬件系统。

全景显示系统软件算法主要阐述了广角鱼眼镜头标定还原算法和图像拼接算法，在汽车周围安放棋盘格标定板，通过检测得到棋盘格角点来对畸变图像进行校正，得到感兴趣区域的鸟瞰图。获得四个方向鸟瞰图以后，通过坐标变换把四个图像鸟瞰图拼接成一幅完整的汽车全景图，这两大算法也是汽车全景显示系统最核心的两大算法。

汽车全景显示系统硬件系统主要介绍硬件的基本模块和工作流程，阐述全景显示系统在硬件电路板上是如何运行的，对本系统使用的主要芯片做了一定的介绍，给出了选择的标准和参数。在论文最后的章节，对本系统进行总结，并提出软硬件的不足之处，对未来的工作提出展望。

2 系统的软件设计

2.1 软件架构的总体设计

目前汽车全景系统的算法实现方案可以分为两大类：第一类算法思想是测量摄像头安装参数通过图像坐标的逆投影变换得到各个方向的鸟瞰图，通过在公共区域选取两点来确定标定缝隙，把四个方向的鸟瞰图拼接起来，最后生产鸟瞰图查找表，完成软件设计；第二类算法思想是通过标定板标度数据得到摄像头内外部参数和世界坐标系到图像坐标系的单应性矩阵，从而得到图像某一个方向上面鸟瞰图，通过在公共区域选取两点来确定标定缝隙，把四个方向鸟瞰图拼接起来，最后生产鸟瞰图查找表，完成软件设计。由于现在车载摄像头普遍采用鱼眼广角镜头，图像存在严重的鱼眼失真，所以在开始全景显示的时候都需要对图像进行矫正处理，方案二使用的更普遍。

图 2-1 是第二类算法思想的流程图。为得到全景显示系统输入的各个方向的鸟瞰图，本系统利用标定板来得到对鱼眼镜头采集的图像进行校正, 使用棋盘格地板纸作为标定板, 用 Harris 角点检测算法^[1]来检测棋盘格角点, 得到感兴趣区域的角点(需要显示的鸟瞰图)在世界坐标系中的坐标, 利用这些标定好的坐标, 对失真图像进行矫正处理。得到汽车每个方向上面的鸟瞰图, 最后通过在世界坐标系中摄像头拍摄到的公共区域内选取两点, 通过空间变换在待拼接图像中找到选取的两点, 连接图像中两点, 求出其直线方程, 以此直线方程为分界线对图像进行剪切, 最后把经过剪切出来的图像拼接在一起, 构成汽车全景显示图。

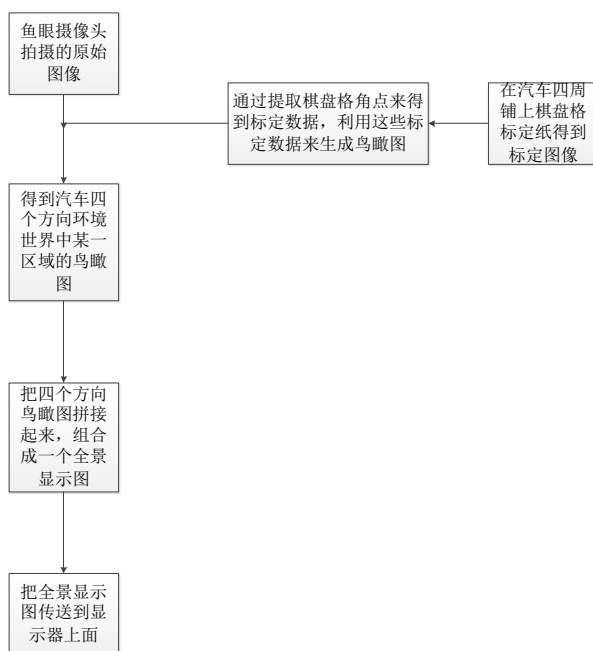


图 2-1 为软件算法的流程图

2.2 鱼眼图像校正的非标定算法

2.2.1 鱼眼镜头成像原理

鱼眼镜头是一种超广角镜头，由于汽车上面车载摄像头安装位置有很大限制，所以普遍都采用鱼眼摄像头来拍摄物体，鱼眼镜头能够提供大约 180 度的视野范围，利用鱼眼摄像头拍摄照片，可以一次将 180 度或者更大范围内的景物拍摄到一张图片上。由于鱼眼镜头内部光学镜头的组合非常复杂，通常鱼眼镜头由 10 组以上的光学镜片组成，而且更复杂的多达十几组，导致光学计算十分困难^[11]。因此我们无法用普通的光路追踪来计算，我们将鱼眼镜头整体上理解为一个非线性系统 $(\theta, \varphi) = F(\psi, r)$ 。

(θ, φ) 代表球面上一点， (ψ, r) 代表鱼眼图像一点的极坐标，如图 2-2 所示。

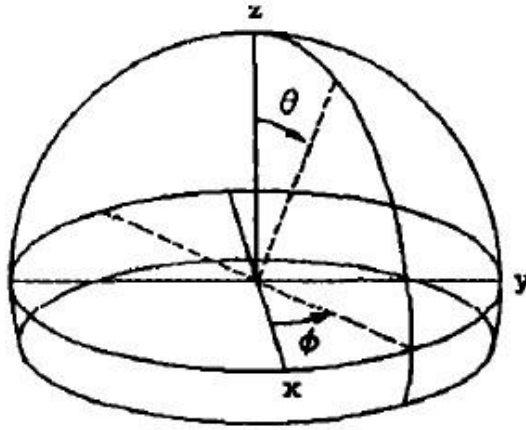


图 2-2 鱼眼镜头模型^[11]

通过实验研究，发现 φ 仅唯一决定于 ψ ， θ 仅唯一决定于 r ^[10]。即如下公式

$$\begin{cases} \varphi = G(\psi) \\ \theta = H(r) \end{cases} \quad (2-1)$$

鱼眼镜头投影关系也可以参照针孔相机的模型 $r = f \tan \theta$ ， f 是镜头的焦距， r 为图像点与中心点的距离， θ 是镜头中心轴和入射光线的角度，在此模型上面进行修改，常用有如下模型^[3]：

$$r = 2f \tan^{-1} \left(\frac{\theta}{2} \right) \quad (\text{stereographic projection})$$

$$r = 2f \sin^{-1} \left(\frac{\theta}{2} \right) \quad (\text{equisolid angle projection})$$

$$r = f \sin^{-1}(\theta) \quad (\text{orthogonal projection})$$

$$r = f\theta \quad (\text{equidistance projection})$$

其中，最常用的为 equidistance projection 模型^[3]。泰勒展开式，可以表达为下式：

$$r(\theta) = \sum_{k=1}^n N(k)\theta^k \quad (2-2)$$

2.2.2 非标定算法实现

2.2.2.1 算法介绍

在项目最开始的时候，为了不受摄像头内外参数的束缚，提高系统算法的可移植性，所以选择非标定算法，对其进行了深入的研究，提出一种基于球面投影模型和逆变换模型的车辆全景显示系统鱼眼图像校正方法，算法流程图如 2-3。

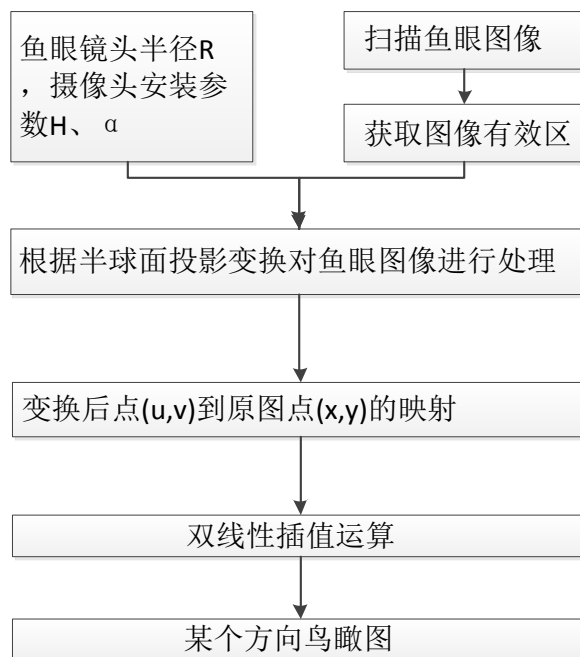


图 2-3 非标定算法流程图

算法包含以下几个步骤：(1)、确定需要在鸟瞰图里显示的区域 A，建立世界坐标系中对显示区域进行定位；(2)、根据摄像头安装参数，得到需要显示区域在球面经纬映射坐标系中坐标 B；(3)、根据鱼镜头球面投影模型在鱼镜头采集原始图像中确定坐标 B 的位置 C；(4)、最后通过逆投影变换从 C 到 A 建立坐标变换关系；(5)、利用双线性插值法对非整数点进行插值运算，得到车辆某一个方向完整的鸟瞰图。

2.2.2.2 算法具体实现

跟据摄像头安装位置和车身几何参数，在世界坐标系里面确定需要显示的区域，以前车辆前方为例子，如图 2-4 所示，需要在驾驶室内显示器显示前方长 m 米，宽 n 米，（车辆行驶方向为矩形长边），跟据在显示器里面显示图像分辨率的信息，然后对显示图像和现实图像之间坐标系进行变换，世界坐标系中显示范围 a 为纵向距离 m 米，横向距离 n 米；转换生成的理想视图 $M*N$ ，对应图像矩阵 R ，每一个像素于对应实际距离纵向比例为： m/M ，横向比例： n/N ，图像矩阵 R 中像素点 $R(i, j)$ 对应坐标：

$$\begin{cases} P_x = j \frac{n}{N} - \frac{n}{2} \\ P_y = \frac{m}{2} - i \frac{m}{M} \end{cases} \quad (2-3)$$

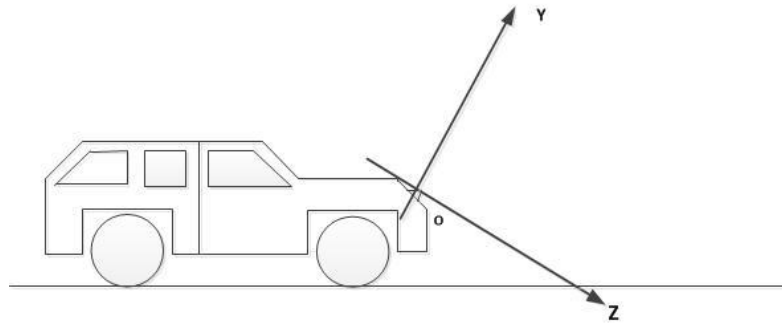


图 2-4 汽车上面的世界坐标系

根据摄像头安装参数，在球面经纬坐标系中确定显示区域 a 中坐标 $P(P_x, P_y)$ 在经纬坐标系中球面坐标 (θ, Φ) ：

$$\begin{cases} \theta = H(P_x, P_y) \\ \Phi = G(P_x, P_y) \end{cases} \quad (2-4)$$

其中， $\theta = H(P_x, P_y)$ 和 $\Phi = G(P_x, P_y)$ 这两个函数需要根据摄像头安装在汽车的具体位置，前后左右四个方向都不一样，安装高度和光轴都不一样，需要根据具体的位置来建立相应映射关系即 H 和 G 函数。

得到现实世界坐标 $P(P_x, P_y)$ 之后，根据摄像头在车上安装的位置参数，摄像头高度

h ，摄像头光轴的与地面的夹角 α ，在鱼镜头半球面和摄像坐标系建立几何联系，在球面经纬映射坐标系中确定 P 点在球面经纬中坐标 (θ, Φ) ，式 (2-3) 引进 H 和 G 函数来代表两者之间变换关系，下面就安装在车前方摄像头为例来推导 H 和 G 函数，如图 2-5，所示， XYZ 是世界坐标系，矩形 $ABCD$ 是需要显示的区域， MG 既 z 轴是鱼镜头光轴，坐标系 xGy 是鱼镜头内部图像平面的平行面，由图可知 $\triangle GPM$ 中 $\angle GMP$ 是 P 点对应的纬度 Φ ， P 点在平面 xGy 内以平行 z 轴的方向上进行投影，投影点和 G 点连线和 x 轴夹角就是经纬 θ ，根据几何关系可以推导出 H 和 G 函数，如下：

$$\Phi = \arccos\left(\frac{\left(\frac{h}{\sin \alpha}\right)^2 + \left[h^2 + (P_x)^2 + \left(P_y + \frac{h}{\tan \alpha}\right)^2\right] - (P_x)^2 - (P_y)^2}{2\left(\frac{h}{\sin \alpha}\right)\sqrt{h^2 + (P_x)^2 + \left(P_y + \frac{h}{\tan \alpha}\right)^2}}\right) \quad (2-5)$$

$$\theta = \begin{cases} \pi/2 + \arccos\left(\frac{P_x}{\sin \Phi \sqrt{h^2 + (P_x)^2 + \left(P_y + \frac{h}{\tan \alpha}\right)^2}}\right) & (P_y \leq 0) \\ \pi/2 - \arccos\left(\frac{P_x}{\sin \Phi \sqrt{h^2 + (P_x)^2 + \left(P_y + \frac{h}{\tan \alpha}\right)^2}}\right) & (P_x > 0) \end{cases} \quad (2-6)$$

其中，式 (2-4) 是 G 函数，式 (2-5) 是 H 函数，其他三个方向根据相同的原理，也能得到相同的对应关系，这变换虽然运算起来虽然比较复杂，但是这样运算可以再 pc 机上面进行，最后生成一种映射表，把映射表存储到全景显示系统当中，从而减少了系统 CPU 的运算量，提高显示系统的实时性。

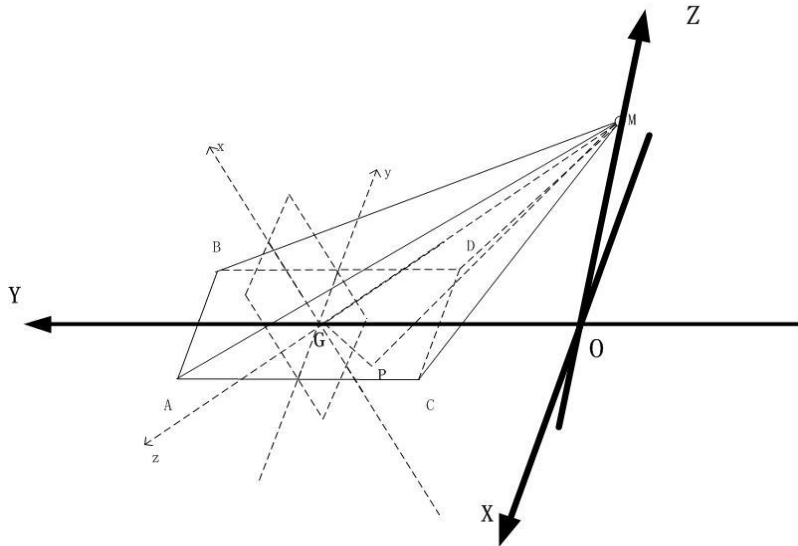


图 2-5 世界坐标系统图像拍摄区域

基于球面投影模型，鱼眼图像生成光学原理，来得到球面坐标 (θ, Φ) 和鱼眼原图像中坐标 $R'(I, J)$ 的变换关系：

$$\begin{cases} I = f \sin(\theta) \cos(\Phi) \\ J = f \sin(\theta) \sin(\Phi) \end{cases} \quad (2-7)$$

其中， f 是摄像头焦距，在实际问题中可以取半球半径 r 。

图像经过几次坐标系转换，从需要显示图像矩阵 R 到世界坐标系，再到球面经纬坐标系，最后到达鱼眼镜头拍摄的原图像坐标系 R' ，如图 2-6，最后在图像矩阵 R 和 R' 建立一种转换关系：

$$\begin{cases} I = f(i, j) \\ J = g(i, j) \end{cases} \quad (2-8)$$

其中，函数 f 和函数 g 是图像从理想图形到原始图像逆变换的关系函数。

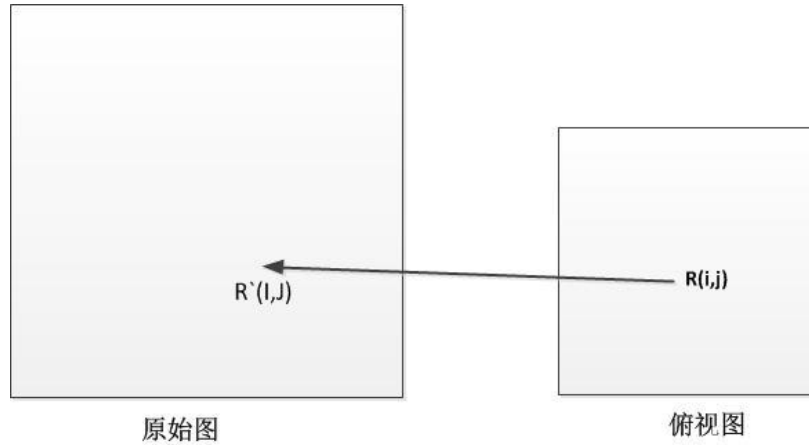


图 2-6 最后俯视图到原始图像对应关系

图像矩阵 $R(i, j)$ 中图像坐标到原始图像 $R'(I, J)$ 的变换结果 (I, J) 中 I 和 J 都不一定是整数，而实践表明 I 和 J 绝大都是小数，在这种情况下，采用双线性插值法，对非整数像素点进行插值运算。

从图像矩阵 $R(i, j)$ 中图像坐标到原始图像 $R'(I, J)$ 的变换结果 (I, J) 中 I 和 J 都不一定是整数，而实践表明 I 和 J 绝大都是小数，在这种情况下，采用双线性插值法，对非整数像素点进行插值运算，根据双线性插值算法的原理^[17]。假设像素点 $R'(m, n)$, m 小数部分为 $a=m-i$ ， n 小数部分为 $b=n-j$ 。

$$R'(m, n) = (1-a)(1-b) R'(i, j) + a(1-b) R'(i+1, j) + (1-a)b R'(i, j+1) + ab R'(i+1, j+1) \quad (2-9)$$

本算法实验原理简单，无需要标定，只需要很精确的安装数据，如图 2-7 是摄像头拍摄到车辆后方的失真图像，图 2-8 是把本算法编写成程序在 Matlab 上面运行得到的图像处理结果，本来设定的感兴趣区域是后面宽 8m 和 2m 长的矩形区域，通过结果图可以看得出来，这个感兴趣区域偏移了设定的范围，后来通过调节安装参数会发现偏移量变少，分

析之后可以知道这种偏移误差来自于安装时候安装参数测量误差，而图像中弯曲的曲线在修正后图像变得很直，所以修正算法有修正功能，但是需要非常准确的安装参数才能得到很好的效果图。



图 2-7 鱼眼摄像头拍摄图像



图 2-8 利用非标定算法得到效果图

2.3 鱼眼图像矫正的标定算法

在计算机视觉中，摄像机标定主要标定两个部分：内参数和外参数。内参数是摄像机坐标系和理想坐标系直接的关系，用于给定摄像机的光学和几何学特征。如：长宽比例因子、镜头畸变和中心点^[1]。外参数是摄像机在世界坐标系里面的位置和方向。如平移和旋转。摄像机成像的几何模型决定空间物体表面某点的三维几何位置与其在图像中对应点之间的相互关系，摄像机参数就是几何模型参数，通过实验可以计算得到摄像机参数，而这一过程就被称为摄像机标定，摄像机标定利用物体参考坐标点和图像坐标点求得摄像机的内部参数和摄像机在三维世界中的坐标关系的外部参数，标定数据准确与否直接决定后期的图像校正的结果。常用的标定算法有两种，张正友标定法^[7]和 Tsai 两步标定法^[6]。

1) 张正友标定算法^[7]

张正友标定算法是一种适合运用的新型灵活方法，这种方法适用摄像机在两个以上的方位拍摄平面靶标，摄像机和 2D 平面标靶都可以自由移动，且内部参数始终不变，假设

2D 平面靶标在世界坐标系中 z 方向的分量为 0，可以通过线性模型分析就可以求得摄像机参数的有化解，最后用最大似然法进行非线性求精，在这个标定过程中可以求解出所需要的摄像机内外部参数，张正友标定方法提高标定的准确性，有更高的鲁棒性，是 3D 计算机视觉走出实验室，运用于真实世界的重要进展。

2) Tsai 两步标定法^[6]

Tsai (1986) 给出了一种基于经向约束的 Tsai 两步法标定方法，方法的第一步是使用最小二乘法解超定线性方程，给出外部参数；第二步求解内部参数，如果摄像机无透镜畸变，可以使用一个超定方程求解。如果存在经向畸变，则可结合非线性优化的方法获得全部参数，该方法计算量适中，精度较高。

2.4 角点检测算法

本系统采用的标定算法需要提取棋盘格角点，运用合适的角点检测算法可以得到准确的标定数据以提高标定精度，减少工作量，下面介绍大致介绍几种常用的角点检测算法和本系统采用的 Harris 角点检测算法^[12]。

图像中角点是由景物目标边缘曲率较大的地方或两条、多条边缘的角点所形成的点，它不同于边缘像素灰度在一个方向上发生变化，其特征就是有较大的曲率。目前有许多角点提取的方法，针对角点不同的定义，这些算法大致可以分为两大类：一类是基于图像边缘的特征^[12]，通过轮廓点来计算边缘曲率或夹角从而判定角点。另一类是直接对灰度图进行操作，计算图像灰度分布的曲率，以最大曲率的点作为角点^[12]。

基于边缘提取的角点检测算法的基本思想是：角点是一种特殊的边界点，角点是两条或多条边界的交点。常用三种方法来检测角点：一是抽取出边界并用连码表示，计算每个边界点的曲率，则曲率的局部极大点就对应于图像的角点，是对边界点利用形态学的腐蚀与膨胀算子搜索凹点和凸点，从而确定所需要的角点，三是利用亚像素边界检测算子检测出边界，然后用聚类法拟合直线，任两条直线的交点即为检测的角点。

这类方法的主要缺点是角点对边缘提取算法的依赖性较大，如果边缘线发生断裂，则对提取的角点产生很大的影响。Gennery^[12]指出：“基于边缘提取的角点检测算法不能准确的检测出角点。”

基于图像灰度的角点检测算法不需要进行边缘提取工作，直接对图像的灰度或灰度梯度进行处理，一般需要定义相应的算子和角点/边缘相应函数，算法在实际中得到很广泛的运用，该类方法归类为下面几种方法^[12]：Plessey 算子、MIC 角点检测算子、SUSAN 角点检测算子、Harris 角点检测算子。

Harris 算子检测出像素级的角点坐标，然后再求取亚像素级角点坐标。一种方法是用二次多项式去逼近周围 3×3 领域内的角点响应函数，用线性解法求得亚像素级角点坐标；另一种方法是从亚像素角点到周围像素点的矢量应垂直于图像的灰度梯度，这个观察事实得到的，通过最小化误差函数的迭代方法来获得亚像素级精度的坐标值。本系统采用第二种

方法，得到了较高的精度。实验图如下，图2-9是室外拍摄图，图2-10是利用Harris算法检测角点的结果图。

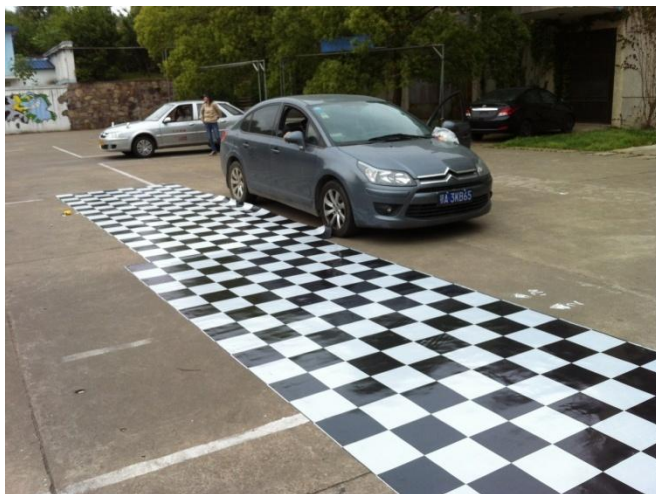


图2-9 待测图像

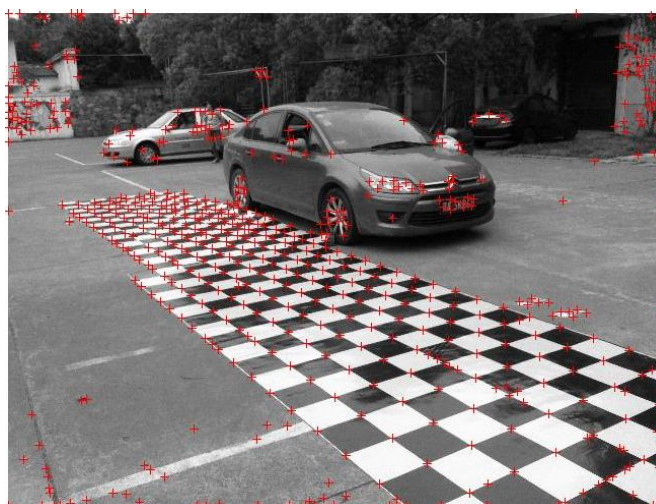


图2-10 提取角点之后的图像

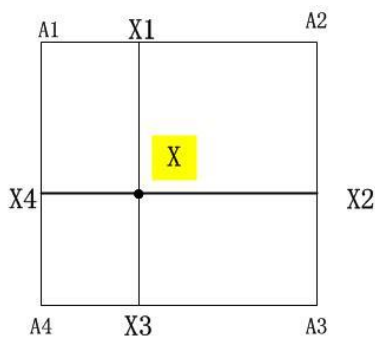
实验结果表明，Harris 算法能提取绝大数棋盘格角点，但是也会把棋盘标定板外的角点提取出来，这就需要手工来挑选标定点。

2.5 鱼眼图像矫正

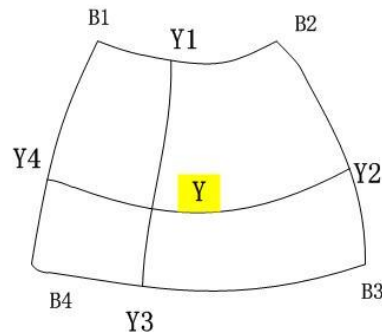
本论文提出了一种新的鱼眼图像校正算法，这种算法利用提取角点的标定数据来对鱼眼图像进行校正。把世界坐标系分成一个个大小适中的最小正方形，本论文使用的就是以棋盘格中每个方格作为最小还原单位，世界坐标系中任意一点都会落在一个标准的正方形里面，如图 2-11，任一点 x 落在一个正方形 $A_1A_2A_3A_4$ ， $B_1B_2B_3B_4$ 是鱼眼摄像头图像坐标系中的正方形，通过 Harris 角点检测算法得到正方形 $B_1B_2B_3B_4$ 四个角点的坐标，即为标定

数据，四个角点的图像坐标系中坐标与世界坐标系中坐标是一一对应关系。过 X 点做一条垂直线和水平线，分别交于正方形 $A_1A_2A_3A_4$ 四个边得到四个点 $X_1X_2X_3X_4$ ，根据每个点在对应边上面的比例关系可以得到 $B_1B_2B_3B_4$ 四个边上面对应的四个点 $Y_1Y_2Y_3Y_4$ ，连接 Y_1Y_3 和 Y_2Y_4 ，得到他们的交点 Y ，这样就从世界坐标系任意点 X 到图像坐标系中对应点 Y 就建立了一种转换关系。

在世界坐标系中确定感兴趣的区域，利用上述的对应关系，从图像坐标系中提取感兴趣区域的像素点，从而完成对鱼眼图像的校正。利用这种方法对鱼眼图像进行还原的时候，常常会遇到很多非整数坐标点，这个时候用双线性插值法，如式 2-9，对非整数点进行插值运算，得到最合适的像素点。



世界坐标系下最小正方形的形状



图像中最小正方形的形状

图 2-11 软件算法的示意图

实验结果分析：图 2-12 实验标定图, 图 2-13 是鱼眼摄像头拍摄到的图像，图 2-14 是经过鱼眼矫正得到的鸟瞰图，实验结果表明，这种鱼眼图像校正算法能够把严重变形的图像还原成变形量小的鸟瞰图，得到的鸟瞰图比较清晰，所以这种校正算法能够很好的满足我们全景显示系统对图像的要求。



图 2-12 标定车右侧图像

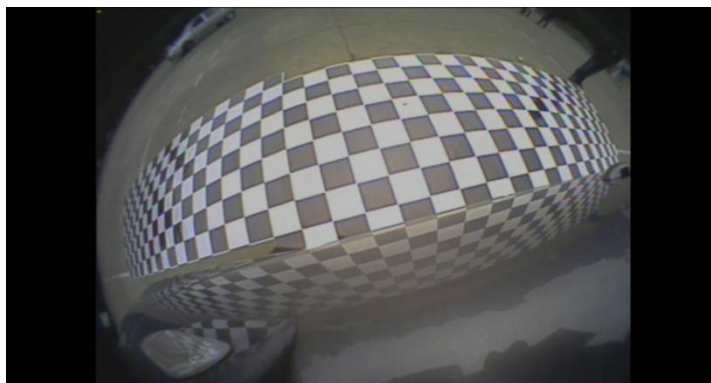


图 2-13 采集鱼眼图像

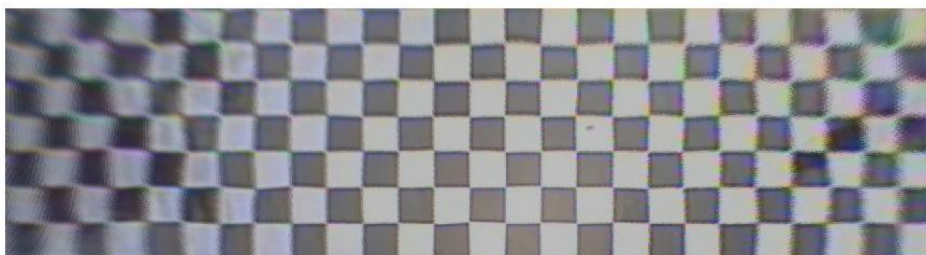


图 2-14 鱼眼校正之后图像

2.6 图像拼接技术

2.6.1 图像拼接技术简介

图像拼接目前已经成为照相绘图学、计算机视觉、图像处理和计算机图像学研究中的热点。该技术是指将在空间上有重叠的图像拼接成一个无缝的高清晰的全景图，它具有比单个图像更高的分辨率和更大的视野。根究图像匹配方法不同，可以将图像拼接算法分成以下两大类：

1) 基于特征的拼接算法^[15]

基于特征的匹配方法是识别图像中特征，然后依次图像特征作为标准对图像重叠部分的对应特征区域进行搜索匹配，基于特征的匹配方法：特征抽取和特征匹配。首先是从两幅图像中灰度变化明显的点、线、区域等特征形成特征集。然后再两幅图像对应的特征集中，利用特征匹配算法尽可能地将存在对应关系的特征对选择出来。在抽取特征区域和边界检测时，会使用如 canny 算子、拉普拉斯高斯算子、区域生长等等的图像分割技术，抽取出来的空间特征有闭合的边界、开边界、交叉线以及其他特征，常用的图像特征有颜色特征，纹理特征，形状特征，空间关系特征，该算法有较好的鲁棒性。

2) 基于区域的拼接算法^[15]

这种拼接方法采用基于区域的图像配准方法，以图像像素的灰度值为基础，选定两幅

待配准图像中相同大小的各一块区域，使用最小二乘法等方法计算两块区域灰度值的相关系数，以此作为比较两幅待配准图像的重叠区域相似程度的标准，在相关系数最大时得到两幅图像的配准参数。或者通过傅里叶变换先将图像变换到频域进行配准，之后再通过反变换得到配准后图像。基于区域的拼接方法根据匹配点周围区域像素的灰度值进行计算，因此拼接速度较慢。

上述两种方法要求所采集的图像必须有一定面积的重叠图像，而且，图像不能有太大失真，但是本系统四个方向视图都是经过鱼眼镜头校正处理，图像边缘部分存在失真，所以使用上述两种方法进行图像拼接无法获取较好效果，甚至无法进行图像的拼接，因此本系统采用一种通过公共区域内两点连线来实现图像快速拼接的算法。

2.6.2 图像拼接具体算法

汽车全景显示系统中快速拼接图像的算法是通过在世界坐标系中摄像头拍摄到的公共区域内选取两点，通过空间变换在待拼接图像中找到选取的两点，连接图像中两点，求出其直线方程，以此直线为分界线对图像进行剪切，最后把经过剪切出来的图像拼接在一起，此算法针对性强，在汽车全景显示系统运用能得到较好效果，而且算法易于实现，对系统处理器要求不高，实时性强。

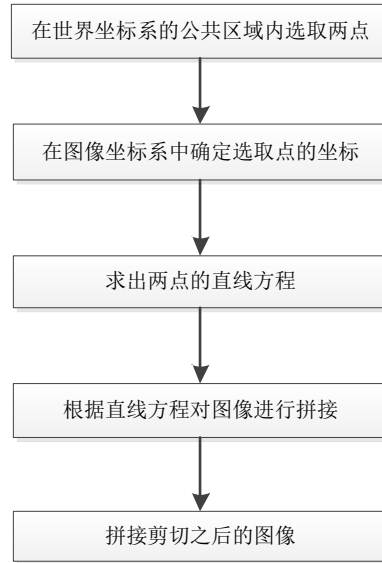


图 2-15 拼接流程图

算法具体实施如下：

在世界坐标系中，如图 2-15，车中心点位坐标原点 0，在坐标系中确定 M1 和 M2 两点并且测量两点坐标点的位置，测量车宽为 w1，车长为 h1，前方摄像头拍摄区域为矩形 abcd，其宽为 w2 米，高位 h2 米，图像像素点宽为 W1 个，宽为 H1 个，则 M1(X1,Y1)与其对应点 N1(x1,y1) 的坐标转化关系为：

$$\begin{cases} x1=X1\frac{W1}{w2} \\ y1=(Y1\frac{h1}{2} - \frac{h2}{2})\frac{H1}{h2} \end{cases} \quad (2-10)$$

按照同样方法，可以得到 $M2$ 的对应点 $N2$ ，通过这种空间转换关系式，可以在前方拍摄图像中确定 $N1$ 和 $N2$ 两点。

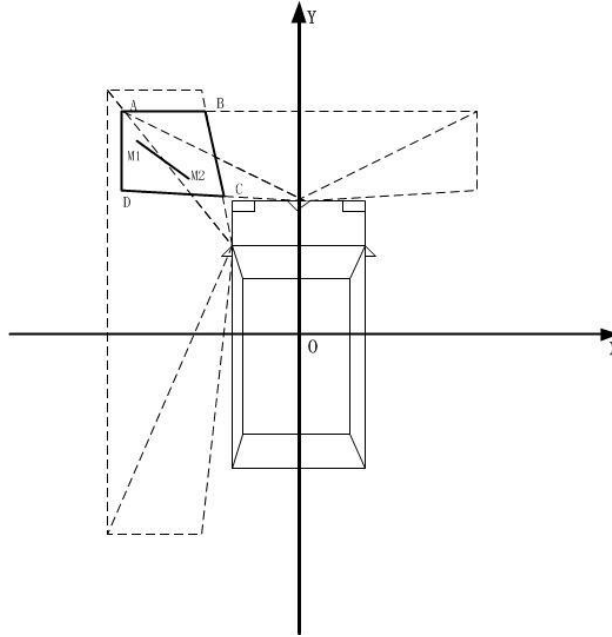


图 2-16 拼接示意图

如图 2-16，左侧摄像头拍摄图区域为 $ghij$ ，其宽为 $w3$ 米，高为 $h3$ 米，图像像素点宽为 $W2$ 个，高为 $H2$ 个，则点 $M1(X1,Y1)$ 和其对应点 $p1(v1,u1)$ 的坐标转化关系为：

$$\begin{cases} v1=(X1+\frac{w1}{2}+w3/2)*W2/w2 \\ u1=Y1*H2/h3 \end{cases} \quad (2-11)$$

按照同样方法，可以得到 $M2$ 的对应点 $p2$ ，通过这种空间转换关系，可以在左侧拍摄图像中确定 $p1$ 和 $p2$ 两点。

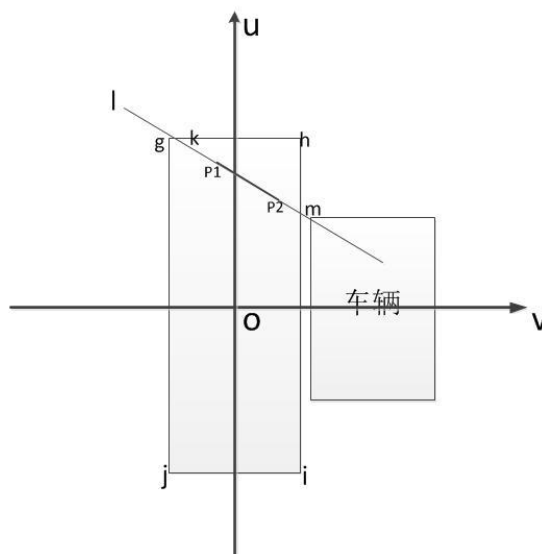


图 2-17 左侧裁剪图

在图像中求得两点之后，利用数学中两点法求出直线斜率，然后得到直线的方程，如前方图像的直线方程为 l ：

$$y=(y_1-y_2)\frac{x}{x_1-x_1}+\frac{(x_1y_2-x_2y_1)}{x_1-x_2} \quad (2-12)$$

同样方法可以，得到左侧图像中分割直线。得到分割直线之后，对图像任意点 $n(x_0,y_0)$ 进行判断，如果 $f(x_0,y_0)<0$ ，把 n 点像素点归 0，如果 $f(x_0,y_0)\geq 0$ ，则说明 n 点不是在重合区内，保留原像素点，其中 f 是直线函数，通过这个种方式，对图像进行分割，对图像进行拼接，显示到车载显示器上面。

2.6.3 实验结果

实验通过棋盘格作为标定板，用 180 度广角镜头采集数据，图 2-18 是鱼眼摄像头采集汽车前方数据，图 2-19 是采集汽车左边数据，图 2-20 是采集汽车右边数据，图 2-21 是采集汽车后面数据，图 2-22 是拼接之后全景图。通过实验结果来看，基本上实现了失真图形的畸形矫正效果比较理想，实现了汽车全景无缝拼接，但是在全景图角落地方还存在一些失真，这是由于鱼眼摄像头硬件决定，摄像头拍摄像素有些，比较远的地方拍摄像素点很少。全景图四个方向上面光线不均衡，导致拼接之后图像存在亮度差，影响最后显示效果，这后期还需要完善。



图 2-18 前方鱼眼图



图 2-19 左侧鱼眼图

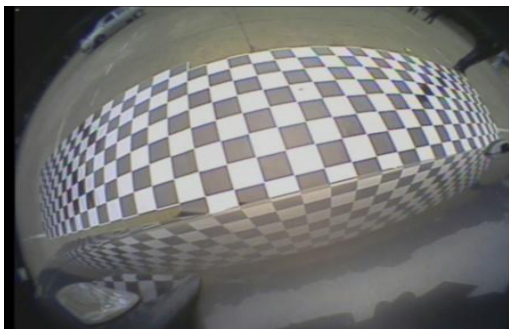


图 2-20 右侧鱼眼图



图 2-21 后方鱼眼图



图 2-22 拼接之后全景图

2.7 算法的移植

在 Matlab 软件平台上面实现该算法之后,需要将该算法移植到对应的硬件平台上面去,在算法移植上面,主要解决了如下问题:

- 1、采购的开发板只支持 PAL 制式视频输入,最开始调试用的 NTSC 制式的摄像头不能继续使用,需要购买一套 PAL 制式输出的摄像头,由于 PAL 制式的摄像头输入的一帧图像大小是 720×576 , NTSC 制式摄像头输出图形大小是 720×480 ,所以每个摄像头需要重新标定;

- 2、在 Matlab 平台上,采用双线性插值法来得到对于的像素值来解决非整数像素点坐标的问题。在移植到硬件平台上面的时候,由于这种双线性插值法计算每个点需要用到周围四个点,标定数据量过大,所以采用最近邻插值法,每个非整数像素点坐标对应一个整数的像素点坐标,得到的标定数据量就减少了四分之一;

- 3、在移植标定数据的时候,每帧图像分为 Y, Cb, Cr 三个量的标定坐标值,标定数据过多会超出内存寻址范围,因此,只存入 Y 量的标定数据,Cb、Cr 的标定数据只能在 Y 值基础上面变换得到,这样的可以减少很多标定数据;

- 4、开发板采集的视频信号是奇偶隔行采集,图像上半场是偶数长,图像下半场是奇数场。而在 Matlab 上面处理的图像不分奇偶场,烧入 DM642 的标定数据需要在 Matlab 上面经过奇偶变换处理,把偶数场存储到下半场,奇数场转化到下半场,得到的标定数据在开发板里面可以直接使用,不需要再变换,节省处理 CPU 资源。

算法移植完成之后，重新标定数据，最后得到全景显示图的效果图 2-27。



图 2-23 前方摄像头采集的图像



图 2-24 左侧摄像头采集的图像



图 2-25 右侧摄像头采集的图像



图 2-26 后方摄像头采集的图像



图 2-27 全景鸟瞰图

2.8 本章小结

本章介绍了几种常见的汽车全景显示系统的软件算法，主要是对鱼眼摄像头畸形矫正的算法的介绍，通过实验比较非标定鱼眼摄像头矫正算法和标定鱼眼摄像头矫正算法的效果，分析其优缺点，最后选择标定算法，因为该算法通过标定对摄像头安装参数敏感性低，而且矫正还原效果好。在标定算法中，主要是用 Harris 算法检测标定板上面的角点，然后利用角点在世界坐标系与图像坐标系的对应关系建立畸形纠正关系式对失真图像进行纠正。得到四个方向鸟瞰图之后，通过标记公共区域中心点的方法来确定拼接缝隙，对四幅图像进行拼接，最后得到一帧全景显示图。本章节通过比较各种算法最终结果，选取适用于汽车全景显示系统的最优算法，通过实验结果，可以知道本算法得到的汽车鸟瞰全景图有较高分辨率，失真率少，同时实现了无缝隙拼接。

3 硬件方案设计

3.1 硬件方案概述

全景显示系统需要处理器有很高的运算速度才能满足对四路输入视频信号的处理，所以选择德州仪器高性能视频处理 DSP(TMS320DM642)作为硬件平台进行系统的开发，由于系统需要存储大量的标定数据和汽车俯视图数据，就使用 2 片 4Mx32bits，64 位数据总线宽度的 SDRAM 和一片 1 片 FLASH4M×8bits 的 Flash 来分别存储标定数据、汽车俯视图和系统的软件程序。这个系统启动方式采用 Flash 引导的方式。图 3-1 是系统硬件方案的分布图，四路摄像头复合视频输入，可以同时采集四路模拟视频，1 路复合视频输出，把全景图显示在车载中控显示器上面。

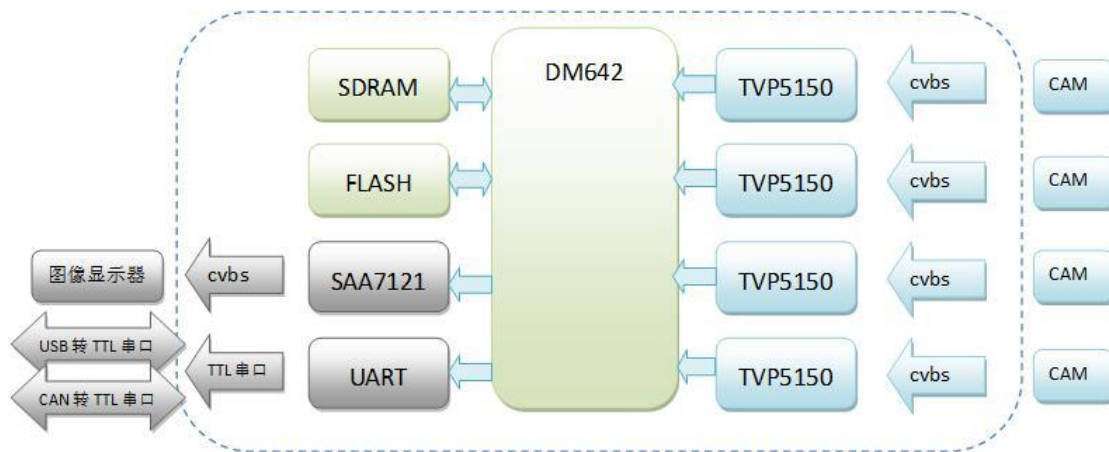


图 3-1 硬件方案图

系统工作流程图如图 3-2 所示，采用四个 pc1089 高清感光传感器分别采集车辆四个方向上的视图，利用四个 TVP5150 分别对这个四个摄像头输入的模拟视频信号进行解码；DM642 通过 TVP5150 解码芯片的驱动程序，把转化之后的数字信号存储在固定的内存地址上面，当每一路摄像头的解码都有一个标志位，分别是 capNewFrame0A、capNewFrame0B、capNewFrame2A、capNewFrame2B；当四路摄像头标志位和图像显示标志位 disNewFrame 都变成 1 之后，从 SDRAM 中读取前期标定的数据，利用这些标定数据和图像纠正算法，对四个方向上的鱼眼图像进行修正，得到四个方向上的鸟瞰图，之后再从 SDRAM 里面读取提前存入的汽车俯视图，对这五幅图像进行拼接，得到一帧全景鸟瞰图，把鸟瞰图存储在 SDRAM，打开 DM642 与编码芯片 SAA7121 通道，全景显示图通过编码芯片最后变成复合视频信号 cvbs 输出到车辆中控显示器上面，当所有需要显示数据通过编码芯片编码完成之后把相应的标志位 disNewFrame 置 1，标志可以处理下一帧数据。

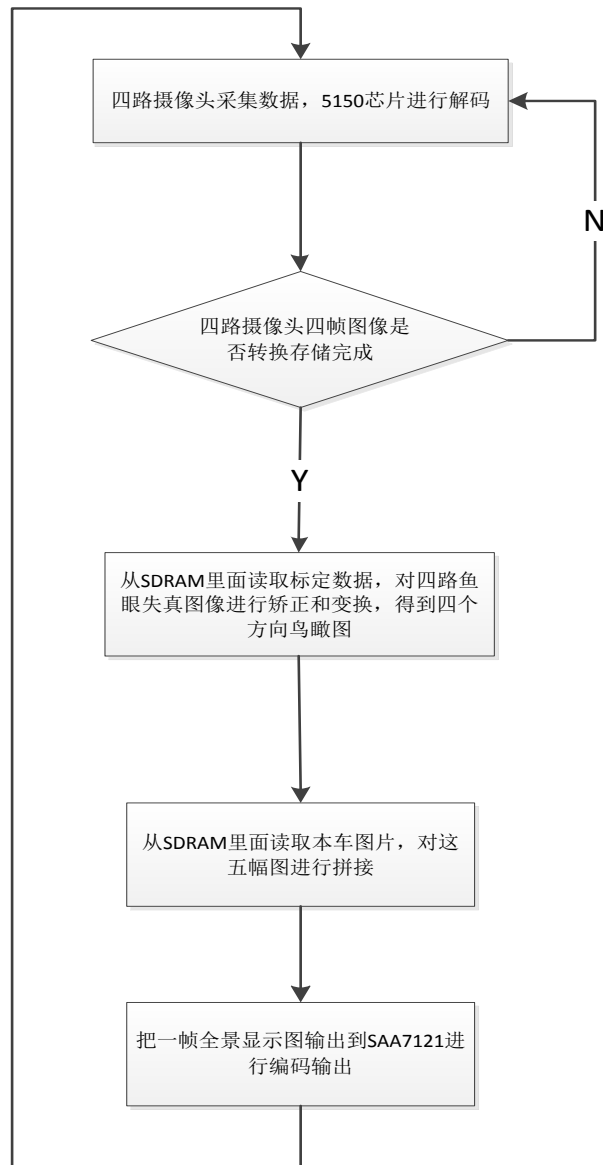


图 3-2 硬件工作流程图

3.2 硬件系统功能描述

硬件系统板提供两个接口用来和外界进行数据交换处理，这两个接口分别为 9 针串口和 CAN 接口，DM642 自带串口，输出 TTL 电平，一路串口外接一个 MAX232 芯片，可以利用 res232 转 USB 数据线来连接 DM642 和电脑，并实现两者直接数据交换。另一路串口外接一个 CAN 处理单片机 LPC1114。串口信号通过处理之后接到一个标准的 CAN 接口，当硬件接到汽车上面之后，可以通过 CAN 总线来实现本系统与车辆其他系统之间数据交换。

在硬件设备设计调试阶段，只要是用到 9 针串口，来实现系统处理器和上位机直接的交互，例如利用上位机发送指令，让处理器按照设计者的意图工作，方便调试，不用每次改动之后，非要烧录程序才能看到处理器工作的结果，这样缩短的调试时间，提高程序设计

者的工作效率，而且处理器可以通过串口不停地发送数据到上位机上面，这样设计者也可以通过处理器返回到上位机的数据来观测程序运行的具体流程，方便调试软件算法。当硬件设备设计调试完成之后，剩下的工作就是装在车上面，辅助驾驶员驾驶，一个车辆上面有很多电控单元，电控单元直接需要通讯，这就需要有一个接口来让子系统直接相互通讯，这种接口最常用的就是 CAN 接口，而 DM642 系统板就是采用标准的 CAN 接口来与汽车中控台通讯，通过 CAN 接口来实现车载显示器全景图和车辆前后左右四个方向上面视图直接切换，让驾驶员不仅能够观测整体环境，也能到详细观察某个方向上面视图，让辅助系统更人性化。

3.3 硬件系统采用的主要芯片

3.3.1 核心处理器 TMS320DM642

DSP 是实现全景显示系统的核心处理器，DSP 的选取决定了全景显示系统的整体结构，而 DSP 的选型主要取决于两个方面：DSP 的运算能力和 DSP 的接口；DSP 的运算能力由器件内部的 CPU 功能单元和访问存储空间的总线宽度及速度^[1]。CPU 功能单元是实现基本的运算步骤，包括加减法、乘法、逻辑、比较、移位等，CPU 中的功能单元越多器件就能够在单个机器周期内完成越多的运算。除了功能单元多少以外，还有功能单元处理宽度也是决定运算速度的主要因素，比如 16 位宽度加法器一个机器周期能完成一个 16 位加 16 位的运算，而要完成 64 位加法时，需要分四次来进行，而 CPU 访问存储空间的总线宽度及速度也是决定 DSP 运算速度的重要因素，因为它决定 CPU 从外部存储器中读取程序代码、数据的速度。DSP 需要和外部芯片进行通讯，所以 DSP 芯片的接口是否便于与这些外部芯片进行连接也是需要考虑的，典型的 DSP 都有可与外部 SRAM 等各种类型存储器直接相连的接口，非常易于拓展外部存储空间。

基于这两点，DSP 选取 TI 公司的 TMS320DM642，TMS320DM642 是 TI 公司 C6000 系列 DSP 中最新的定点 DSP，其核心是 C6416 型高性能数数字信号处理，具有极强的处理性能，高度的灵活性和可编程性，同时外围集成了非常完整的音频、视频和网络通讯等设备接口，特别适用于机器视觉、医学成像、网络视频监控、数字广播以及基于数字视频/图像处理的消费类电子产品等高速 DSP 应用领域。笔者针对市场客户的需求，设计并实现了一款以 TVP5150 为视频输入解码器，以 PCM1801 为音频输入采集电路，以 TMS320DM642 型 DSP 为核心处理器的多路视频采集兼压缩处理 PCI 板卡，并将其应用于构建高稳定性、高鲁棒性和多媒体数字监控系统，取得了较好的社会效益和经济效益。

TMS320DM642 采用第二代高性能、先进的超长指令字 *veloci T1.2* 结构的 DSP 核及增强的并行机制，当工作在 720M 赫兹的时钟频率下，其处理性能最高可达 5760MI/s，使得该款 DSP 成为数字媒体解决方案的首选产品，它不仅拥有高速控制器的操作灵活性，而且具有阵列处理器的数字处理能力，TMS320DM642 的外围集成了非常完整的音频、视

频和网络通信接口。本系统使用的 DM642 采用 600MHz 主频，4.8 亿条指令每秒，外部总线时钟为 100MHz，

3.3.2 视频解码芯片 TVP5150AMI

目前市场上的视频解码芯片种类很多，如 Philips 公司的 SAA7110/7111A/7112/7115、Samsung 公司的 KS0127 (S5D0127X01) 和 ITT 公司的 VPC3211B 及 Micronas 公司的 VPX3226E 或 TechWell 的 TW9903、Ti 公司的 TVP5150AMI^[1]，它们均可通过 I2C 总线接口控制，自动识别输入模拟视频信号格式，然后解码输出 24 位 RGB 或 16 位 YUV 数字型号和 Hsync、Vsync、HAV(HREF)控制信号及采样时钟。

本系统采用 TVP5150AMI，这种芯片是一颗使用简单，超低功耗，封装极小的数字视频解码芯片，使用单一 14.31818MHz 时钟就可以实现 PAL/NTSC/SECAM 各种制式的解码，输出 8-bit ITU-R BT.656 数据，BT.656 定义了一个并行的硬件接口用来传送一路 4:2:2 的 ycbcr 的数字视频流。视频流的分辨率为 720×576 像素的 d1 格式，也可输出分离同步。MCU 通过标准 I2C 接口控制 TVP5150AMI 的诸多参数，比如色调，对比度，亮度，饱和度和锐度等等。图 3-3 是 TVP5150AMI 工作原理图。

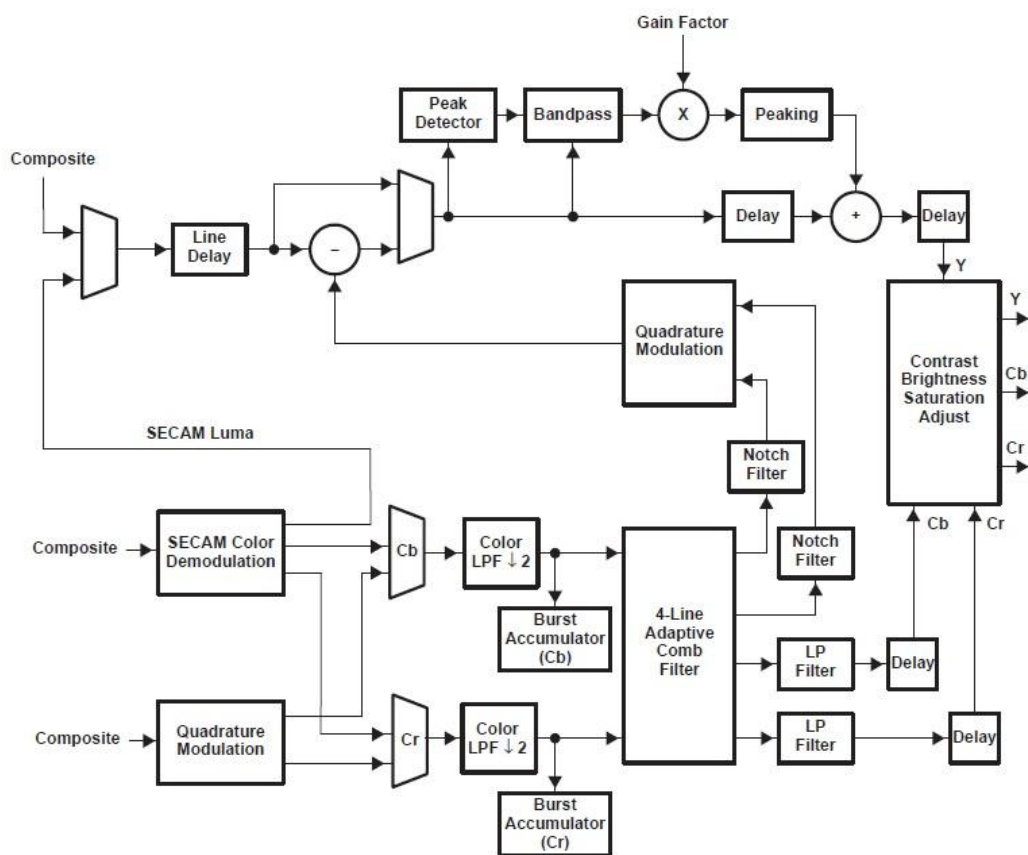


图 3-3 解码芯片的原理结构图

3.3.3 视频编码芯片 SAA1721

DM642 输出的视频信号需要经过编码之后才能在显示器上面显示出来，本系统采用 Philips 公司的 SAA7121H, 该芯片拥有三路 DAC 转换通道，快速 I2C 总线控制，芯片把 DM642 输出的数字 YUV 信号编码成 CVBS, S-VIDEO, RGB 等模拟信号输出，支持 PAL/NTSC 制式，并且支持 VGA 及高清晰 HDTV 输出，系统让编码芯片输出 S-VIDEO 模拟信号，和 PAL 制式视频。图 3-4 是编码芯片内部模块图。

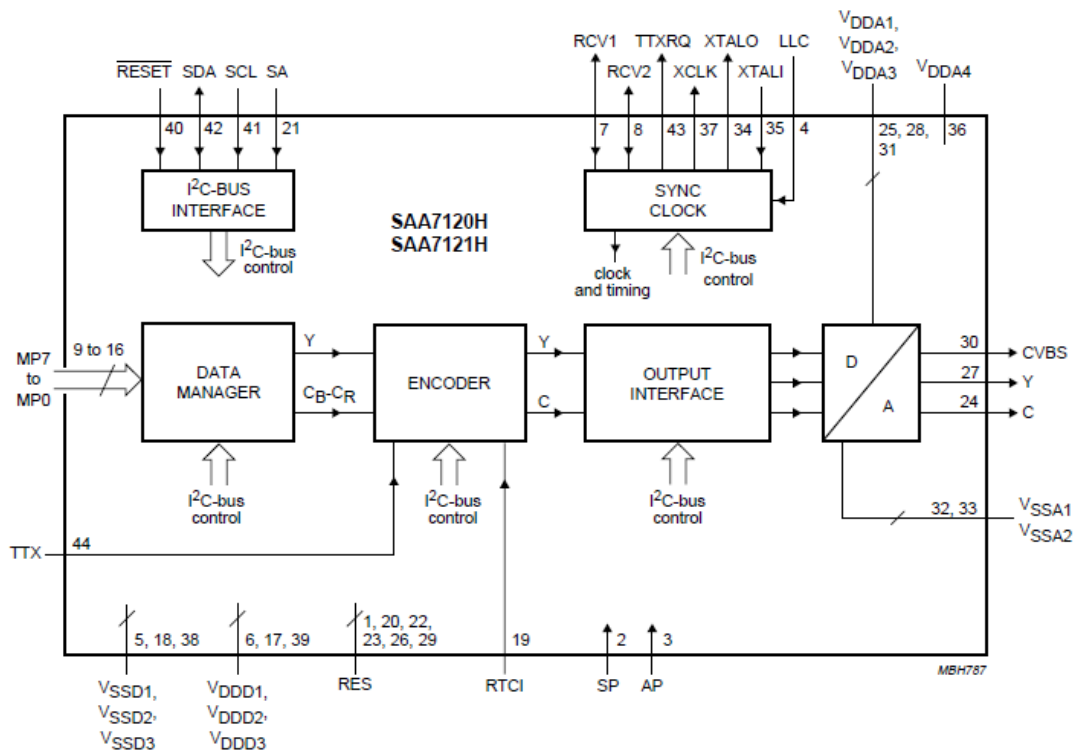


图 3-4 编码芯片的原理结构图

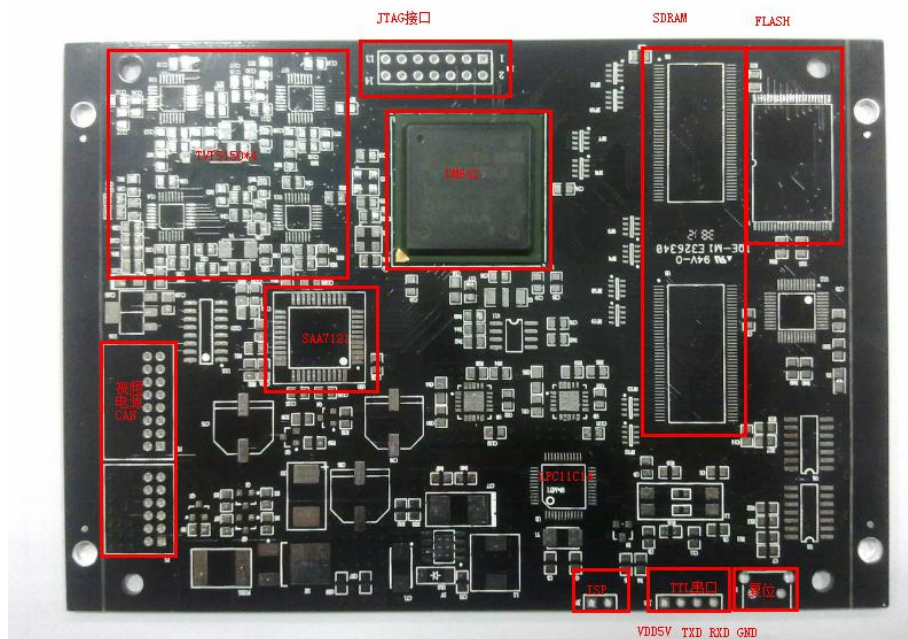


图 3-5 开发板实物图

3.4 本章小结

本章节主要描述了全景显示系统所采用的硬件芯片，硬件的架构和硬件实现功能的过程。本系统以 DSP 作为视频核心处理芯片，用来完成对四路输入视频的还原和拼接，两片 SDRAM 用来存储标定数据，一片 FLASH 用来固化程序和保存一些因为掉电而需要保存的数据。四个 TVP5150AMI 分别用来对四路摄像头输入的模拟信号进行解码，一个 SAA7121 用来对一路视频输出的数字信号进行编码。整个系统上电之后，四路摄像头同时开始采集图像信息，四路解码芯片同时对四路视频输入信号进行模数转换，把转换之后的数据存储在指定地址的存储器中，当一帧数据存储完成，解码芯片的底层驱动会把对应标志位赋 1，当四路摄像头四个对应的标志位都变成 1，显示缓冲空的标示位也为 1，则开始对通向进行处理，首先是从 SDRAM 里面读取标定数据，然后对四路摄像头输入的鱼眼失真图像进行还原，然后对着四路输入图像进行拼接，把拼接之后的图像送到显示存储地址里面存储，并把这些显示数据通过编码芯片编码之后输送到相应的显示器上面，当全景显示数据全部转换完成，把显示缓冲空的标示位赋 1，这样就完成一帧全景图的显示，然后开始等待处理下一帧全景图的变换。

4 总结与展望

4.1 对系统的总结

论文主要对全景显示系统的软件算法和硬件进行阐述，本论文取得一下研究成果：

在软件算法上面，本文利用棋盘格标定数据，对鱼眼失真图像进行还原，得到一个方向的鸟瞰图，然后利用公共区域公共点标定法对图像进行拼接，得到一个取景图，而软件算法中最核心的部分就是利用 Harris 角点检测算法对标定板棋盘格角点进行检测，并在 Matlab 平台上面得到这些角点在图像坐标系中对应的位置，把这些标定数据，对世界坐标系中感兴趣区域中任意一点进行坐标对应变换，在图像坐标系中寻找到对应点的坐标，对应非整数点进行插值运算，然后从鱼眼图像中提取世界坐标系中感兴趣区域对应的图像位置，提取出来的像素点组成的图像就是车辆某个方向的鸟瞰图，最后对四路鸟瞰图进行拼接得到一幅全景显示图。这样软件算法最难得一点是集中对标定数据的提取，而利用标定数据对鱼眼摄像头数据变换变得很简单易于实现。

在硬件方案实现上面，本系统以 DSP 作为视频核心处理芯片，用来完成对四路输入视频的还原和拼接，两片 SDRAM 用来存储标定数据，一片 FLASH 用来固化程序和保存一些因为掉电而需要保存的数据。四个 TVP5150AMI 分别用来对四路摄像头输入的模拟信号进行解码，一个 SAA7121 用来对一路视频输出的数字信号进行编码。整个系统上电之后，四路摄像头同时开始采集图像信息，四路解码芯片同时对四路视频输入信号进行模数转换，把转换之后的数据存储到指定地址的存储器中，当一帧数据存储完成，解码芯片的底层驱动会把对应标志位赋 1，当四路摄像头四个对应的标志位都变成 1，显示缓冲空的标示位也为 1，则开始对通向进行处理，首先是从 SDRAM 里面读取标定数据，然后对四路摄像头输入的鱼眼失真图像进行还原，然后对着四路输入图像进行拼接，把拼接之后的图像送到显示存储地址里面存储，并把这些显示数据通过编码芯片编码之后输送到相应的显示器上面，当全景显示数据全部转换完成，把显示缓冲空的标示位赋 1，这样就完成一帧全景图的显示，然后开始等待处理下一帧全景图的变换。

4.2 下一步工作展望

本论文对汽车全景显示系统各个关键技术进行研究，利用棋盘格标定算法来对鱼眼图像进行还原，最后通过公共区域两点连线来对图像进行裁剪拼接，最后得到的汽车全景图能满足辅助驾驶的功能，但是仍然存在一些问题，需要在后期完善。

(1)、本系统采集的算法拼接出来的全景图在接缝处可以明显的看到拼接的分界线，这会让这个全景图看起来不美观。这就需要后期对接缝处进行优化处理，得到过度平滑的接缝，使全景图更加美观，贴合人眼审美习惯。

(2)、本文提出的软件算法对地平面还原效果很好，但是对有一定高度的凸出物体，就

存在一定的失真变形，这个是由于标定的时候数据的坐标点都位于地平面上面，对有高度的突出物体未进行标定，这需要后期再标定的时候考虑有高度的物体。

(3)、硬件平台使用的芯片由于运算量过大，芯片发热严重，如何芯片周围自然温度过高，就容易出现烧毁硬件电路板的现象，所以后期设计硬件电路，在布线的时候可以考虑把线间距变大，芯片之间距离加大，同时加载一个散热风扇，来降低处理芯片的温度。

参考文献

- [1] 丁鑫. 全景视觉泊车辅助系统研究[D]. 杭州: 浙江大学硕士学位论文, 2010; 20-25
- [2] 赵凯. 全景可视化辅助泊车系统研究[D]. 合肥: 合肥工业大学硕士学位论文, 2011; 23-29
- [3] Ehlgen, T. ,Pajdla , T. Monitoring surrounding areas of trucker-trailer combination. The fifth International Conference on Computer Vision Systems Conference Paper
- [4] D.C.Brown, "Close-Range Camera Calibration," Photogrammetric Eng., vol.37,no.8,pp.855-866,1971
- [5] 郭磊, 李克强, 马莹, 王建强, 连小铭. 基于定向二维插值的逆投影变换方法[J]. 清华大学学报. 2006,46(5):712-715
- [6] 徐杰. 机器视觉中摄像机标定 Tsai 两步法的分析与改进[J]. 计算机工程与科学. 2010, 6(8) ; 2-4
- [7] 贾丹. 摄像机现场标定算法研究[D]. 哈尔滨, 哈尔滨工程大学硕士学位论文, 2007; 25-32.
- [8] 张广军. 机器视觉. 北京, 科学出版社. 2004,8; 65-78
- [9] 吴海华, 王从军, 朱大林. 一种逐步求解的新的摄像机线性表明方法[J]. 三峡大学学报. 2004,8(27); 38-40
- [10] 黄有度, 苏化明. 一种鱼眼图像到透视投影图像的变换模型[J], 系统仿真学报. 2005, 2(24); 29-33
- [11] 廖士中, 高培焕, 苏艺, 王大鹏. 一种光学镜头摄像机图像几何畸变的修正方法[J]. 中国图像图形学报 (A) .2000,5(7): 593-596
- [12] Zhang, J. Levenberg-marquardt algorithm: Implementation and theory. In: Conference on numerical analysis, vol.28(1977) In Conference on numerical analysis, vol.28(1977)
- [13] 周薇, 基于机器视觉的摄像机标定方法研究. 电子元器件运用
- [14] 廖力. 基于视觉的结构化道路检测算法研究[D]. 武汉: 武汉理工大学. 2008
- [15] 王娟, 师军, 吴宪祥. 图像拼接技术综[J]. 计算机运用研究, 2008,25(7):1940-1943
- [16] 邓剑文. 高速公路自动驾驶汽车道路检测技术研究[D]. 长沙: 国防科技大学硕士学位论文, 2004,11-17
- [17] 王会鹏, 周利莉, 张杰. 一种基于区域的双三次图像插值算法[J]. 计算机工程, 2010,36(19):216-219
- [18] Renbin Zhang, Kai Zhao. A Top-View Conversion Algorithm To Image Based On Inverse Perspective Transform [A]. Hefei-Heilbrom Workshop Research and Education in Mechatronics[C]. Heibrom, Germany, 2010:57-60
- [19] 李鹏, 王军宁. 摄像机标定方法综述. 山西电子技术. 2007 年第 4 期
- [20] 孔斌, 方廷建. 一种简单而精确的径向畸变标定方法. 中国图像图形学报. 2004 年第 9 卷 4 期

- [21] 冯为嘉, 张宝峰, 曹作良. 基于鱼镜头的全方位视觉参数标定与畸变校正. 天津大学学报. 2011 年第 44 卷 5 期
- [22] 邵向鑫. 数字图像拼接核心算法研究[D]. 吉林. 吉林大学博士学位论文. 2010,5,9-30
- [23] 曹红杏, 刘稼航, 阮萍. 基于角点变换矩阵的图像拼接[J]. 科学技术与工程. 2008.8, 第 8 卷 46 期

致谢

在我做毕业论文期间，得到了许多老师和同学的无私帮助和有益启发，在此表示衷心的感谢。

首先感谢尊敬的刘建国老师，当遇到难点时，刘老师以渊博的知识和精通的专业技术从各个方面启发我克服困难，刘老师严谨的治学态度以及在汽车电子领域深厚的基础和对专业问题深度的理解让我佩服不已，我从中学到很多东西。

谨此表示衷心的感谢！

然后感谢我慈爱的父母，使他们一路风里雨里把我培养大，他们无微不至的关怀和全力支持始终是我最好的动力，无论我遇到多大的困难和挫折，你们都给我无条件的支持，我在这里想说谢谢你们。

最后感谢我实验室的章辉同学，我本科学习的是车辆工程，对硬件电路板这方面知识很欠缺，他是本科自动化毕业，在设计硬件电路板，自动控制方面很有实战经验。他对我的提问从不厌倦，对答如流，给我耐心讲解基础知识。在他帮助下，我学习了很多硬件电路方面的知识，在此表示由衷感谢。

科研成果

刘建国老师，李雪松，章辉，发明专利：基于球面投影模型和逆变换模型的车辆全景显示系统鱼眼图像校正方法，受理，申请号：201310128391.0

刘建国老师，李雪松，章辉，发明专利：汽车全景显示系统中通过公共区域内两点连线来实现图像快速拼接的方法，受理，申请号：201310128392.5