

# 一种弹载视频图像实时消旋方法<sup>\*</sup>

钱立志,王曙光,张江辉,陈翠华

(解放军炮兵学院信息化弹药研究所,合肥 230031)

**摘要:**提出一种弹载图像实时消旋方法。通过把弹载陀螺输出的旋转角度信号加载到视频图像上进行无线传输,地面站接收视频图像后进行采集,识别出旋转角度并对图像进行反向旋转,实现对弹载视频图像的消旋处理。试验表明,图像消旋系统可实现对 720 像素×576 像素×24bit 的彩色弹载视频图像实时消旋处理,角度分辨率为 0.5°,处理一帧图像的时间约 40ms。

**关键词:**弹载视频图像;无线传输;实时消旋

**中图分类号:**TJ765.3 **文献标志码:**A

## A Real-time Despinning Method for Onboard Video Image

QIAN Lizhi, WANG Shuguang, ZHANG Jianghui, CHEN Cuihua

(Institute of Informational Ammunition of Artillery Academy of PLA, Hefei 230031, China)

**Abstract:** A real-time despinning method for onboard video image was proposed. By loading the rotation angle signal produced by onboard gyroscope on the video image for wirelessly transmission, and the video signal was received by ground station and sampled, then the rotation angle was identified, and the stable image sequence can be obtained by rotating the image reversely frame by frame. The experimental result shows that the image despinning system can cancel the rotation of 720pixel×576 pixel×24bit image sequence in real-time with an accuracy of 0.5° and the per-frame processing time is about 40ms.

**Keywords:** onboard video image; wireless transmitting; real-time despinning

### 0 引言

视频图像末制导采用被动制导工作方式,具有抗干扰性强、制导精度高的特点,可通过无线遥控的方式实现在远离目标区的后方对敌目标实施精确打击,改变了炮兵使用前观指挥射击的传统作战方式,是末制导炮弹未来发展方向之一<sup>[1]</sup>。但是,由于炮弹经火炮发射后高速旋转,即使采用滑动弹带技术,在炮弹飞行末段仍具有 7r/s 左右的转速,导致传回来的图像模糊一片,无法观察和识别出目标。因此,如何消除由于弹体旋转带来的图像旋转,使传回的视频图像成为稳定清晰的视频图像,成为亟待解决的问题。

目前,图像消旋的方法主要有三种,即光学消旋、物理消旋和电子消旋<sup>[2-3]</sup>。光学消旋是通过旋转成像光路中的消旋棱镜来旋正图像,优点

是消旋速度快,但存在着系统体积较大、加工困难、角度分辨率低等缺陷;物理消旋是直接控制电视摄像头沿其轴线转动来旋正图像,同样存在上述问题;电子消旋是通过处理数字视频图像信号,对图像进行反方向旋转以实现图像消旋的方法。文中通过电子消旋手段,把连续的旋转视频图像纠正成炮弹在空中处于零位时摄像机拍摄的图像,以方便地面控制站观察和识别目标。

### 1 系统组成及工作原理

对视频图像进行消旋的基本原理是,根据弹载陀螺输出的旋转角度,将获得的实时图像以场为单位进行同样角度的反向旋转,从而实现整个视频图像的实时消旋处理。

弹载视频图像实时消旋系统包括视频信号与滚角信号叠加模块和 DSP 图像消旋模块两部

<sup>\*</sup> 收稿日期:2008-07-01

作者简介:钱立志(1963-),男,安徽枞阳人,教授,研究方向:信息化弹药技术与理论。

分,其结构框图如图 1 所示。

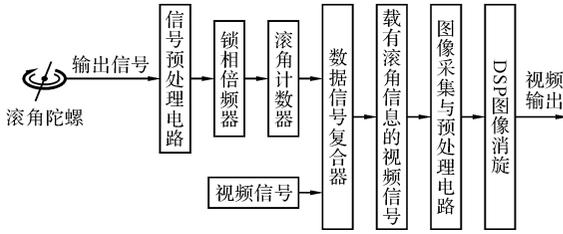


图 1 图像消旋系统结构框图

## 2 图像消旋系统

图像消旋系统包括弹载部分和地面接收部分,弹载图像处理机的基本任务是加载弹体滚转角信息,地面接收系统的基本任务是实现图像消旋功能。电路结构框图如图 2 所示。

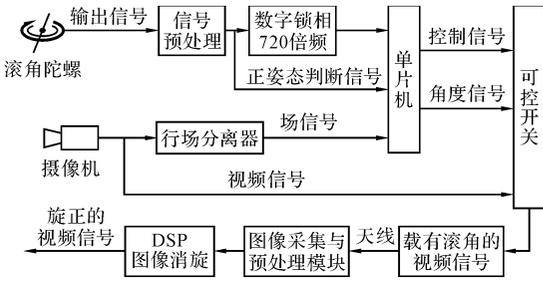


图 2 电路结构框图

### 2.1 弹体旋转角度的获取

由于弹体每旋转一周滚角陀螺输出一个脉冲,根据这个标志信号,对滚角周期进行 720 等间隔划分,在电路中采用数字锁相 720 倍频器。该 720 倍频信号进入单片机,通过计数器记下脉冲的个数,该计数器每在弹体正姿态时清零,而在下一次弹体正姿态到来之前持续对 720 倍频信号进行计数,从而使该计数器中数值总是等于弹体实时滚角,且该实时滚角的步进分辨率为  $360/720=0.5^\circ$ 。

### 2.2 角度信息加载

为保证角度信息和视频信号同步传送,通常采用将角度信息和视频信号分别同时传输,但这种方法通过无线电远距离传输以后,角度信息很容易被干扰信号埋没,导致角度数据和视频信号无法同步和对准。为解决这个问题,采用了数据融合技术,把模拟信号与数字信号融合在一个通道进行传输。

具体方法为摄像机输出的视频信号经行场分离器,分离出场信号,送入单片机中,场信号到

来时,把计数器的脉冲个数送入寄存器中,计数器清零,把寄存器中的数据通过串行口串行输出。把此数据与另一路视频信号一起送入数据复合器,通过单片机控制电子开关的开闭时间,把角度数字信号加载到视频图像的场消隐行中,而不破坏视频图像的质量。

### 2.3 图像消旋

加载了弹体滚转角信息的视频信号通过弹载发射机由天线辐射出去,地面接收系统接收的信号为 25 帧/s 的电视信号,图像采样分辨率为 720 像素×576 像素。设计的消旋电路系统要实现 YUV(4:2:2)格式采样的视频图像实时旋转,处理速度 25 帧/s,针对这种要求,自行设计了一种采用 DSP 芯片的嵌入式高速处理系统。

为了提高系统的处理时间,在硬件电路设计中采用了双 SRAM 缓存机制<sup>[4-5]</sup>。这种缓存电路包括:控制器、SRAM1、SRAM2 三部分,其中 SRAM1 和 SRAM2 是两个速度、容量等特性完全相同的静态存储器,但数据线、地址线、控制线完全独立;控制器主要实现开关切换功能,其工作过程为:视频信号到来后,由场同步信号控制 FPGA 选择从 SRAM1 和 SRAM2 两个缓存器中的一个读取信号到 DSP 的 EMIF 外存空间以备处理;在 DSP 处理图像数据的过程中,视频信号又可存入另一个缓冲器中,这样双 SRAM 交替访问减少了 DSP 存储和读取数据的时间开销,大大提高了系统处理速度。

## 3 消旋算法实现

视频图像消旋算法的本质就是图像的旋转计算,即由获取的实时图像围绕某一中心点旋转一个角度得到稳定的图像<sup>[6]</sup>。

图像坐标通常采用屏幕坐标(左上角为坐标原点, $x$  坐标右方向递增, $y$  坐标下方向递增),而图像旋转则要求图像绕图像中心旋转。这样就存在一个坐标转换的问题,即要先将屏幕坐标转化为以图像中心为原点的坐标,在此基础上进行旋转,完毕之后恢复原始屏幕坐标。

假定彩色数字图像  $YUV(x, y)$ , 设其绕点  $(x_0, y_0)$  旋转  $\theta/(^\circ)$  后得到图像  $YUV(x', y')$ , 其当前像素地址在新的坐标系中会发生变化,  $(x,$

$y)$  和  $(x', y')$  之间应存在如下关系:

$$\begin{cases} x' = (x - x_0) \cos \theta + (y - y_0) \sin \theta + x_0 \\ y' = -(x - x_0) \sin \theta + (y - y_0) \cos \theta + y_0 \end{cases}$$

由于  $\cos\theta$  和  $\sin\theta$  都是小于 1 的浮点数, 而坐标值却是整数, 对计算结果的取整会造成若干个  $(x, y)$  坐标点旋转变换后出现地址重叠或没有影射的“空洞”现象。为了避免这一现象的出现, 采取了先将正余弦左移 10 位进行坐标计算后再右移 10 位进行还原的方式, 一方面等效了运算精度, 另一方面提高了处理速度。

## 4 试验

在实验室, 将电视导引头安装在弹体姿态测试转台上, 转台以 7r/s 的速度进行旋转, 视频信号通过弹载发射机的天线辐射出来, 地面接收系统接收的未消旋的视频信号送入监视器 A (如图 3 所示), 并将消旋后的视频信号接入监视器 B (如图 4 所示)。监视器 A 显示实时旋转的视频图像, 图像为小区的楼房, 监视器 B 显示消旋后的视频图像。

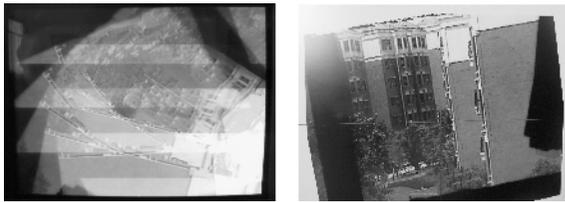


图 3 监视器 A 的图像



图 4 监视器 B 的图像

试验表明, 图像消旋系统能够对 720 像素  $\times$  576 像素的 24 位彩色图像进行实时消旋处理, 其消旋角的分辨率为  $0.5^\circ$ , 处理一帧图像的时间约 40ms, 满足实时性处理要求。

## 5 结论

提出了一种弹载图像实时消旋方法, 通过转台模拟弹体旋转的方式进行了试验, 结果表明, 弹载图像消旋系统可成功地对 720 像素  $\times$  576 像素  $\times$  24bit 的彩色视频图像进行实时消旋处理。该实时消旋方法具有如下特点:

1) 通过把弹体滚角信息加载到图像的场消隐段, 场消隐段不含视频信号, 既保证了旋转角度数据和视频信号的同步, 又不至于影响图像质量。

2) 采用数字信号和模拟信号融合后进行无线传输的方式, 比传统的数字信号与模拟信号分别传输具有电路简单、抗干扰性好、通信质量高等优点。

3) 该弹载视频图像实时消旋系统性能可靠, 通用性好, 可应用在各种捷联式的图像末制导炮弹的图像消旋上。

参考文献:

- [1] 夏思宇. 精确制导技术及其现状与发展[J]. 航空科学技术, 2003(1): 11-13.
- [2] 梁会琴, 高宏昌. 电视跟踪系统的图像消旋原理[J]. 计算技术与自动化, 1996, 6(2): 61-65.
- [3] 曾祥萍, 杨涛. 实时图像的电子消旋系统[J]. 光电工程, 2005, 10(10): 27-30.
- [4] 李武森, 迟泽英, 陈文建. 高速 DSP 图像处理系统中的乒乓缓存结构研究[J]. 光电子技术与信息, 2005, 7(3): 76-79.
- [5] 谢明, 吉书鹏, 段哲民. 一种基于高速双的柔性机载实时图像跟踪系统[J]. 激光与红外, 2005, 4(4): 281-283.
- [6] 井上诚喜. 实用数字图像处理[M]. 白玉林译. 北京: 科学出版社, 2003.
- [7] (上接第 19 页)
- [8] Suykens J A K, Vandewalle J. Least square support vector machine classifier[J]. Neural Processing Letters, 1999, 9(3): 293-300.
- [9] Suykens J A K, Vandewalle J. Recurrent least squares support vector machines[J]. IEEE Transactions on Circuits and System, 2000, 47(7): 1109-1114.
- [10] 张友安, 林雪原, 徐胜红. 综合导航与制导系统[M]. 北京: 海潮出版社, 2005.
- [11] 王力丹, 张洪钺, 戴汝为. 一种快速传递对准的方法[J]. 航天控制, 2000(4): 8-16.
- [12] Jones D, Roberts C, Tarrant D, et al. Transfer alignment design and evaluation environment [C]// The First IEEE Regional Conference on Aerospace Control System, 1993: 753-757.
- [13] 胡健, 周百令, 程向红. 考虑舰船甲板弹性变形时的传递对准方法研究[J]. 舰船电子工程, 2006, 26(3): 65-68.