

利用视频判读进行白天测星方法的研究

沈湘衡¹, 李清军¹, 王建军²

(1. 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130021;

2. 北京跟踪与通信技术研究所, 北京 100094)

摘要: 针对测量船光测设备的电视测量系统白天测星能力的不足, 提出了一种新型的白天测星方法。该方法将光测设备测星的视频图像实时记录于计算机的硬盘, 并根据判读存储于硬盘中星体图像的脱靶量, 完成测量船的航向修正和动态标校。应用这种方法, 可以提高光测设备白天测星的能力及测量船的总测量精度, 是一种准实时的、切实可行的白天测星方法。

关键词: 白天测星; 视频判读; 动态标校; 航向修正

中图分类号: V556.5 **文献标识码:** A

1 引言

随着航天测控技术的发展, 对航天测量船的总测量精度的要求越来越高, 测量船星体跟踪技术也随之迅速发展。从60年代开始, 美国航天测量船的星体跟踪器增加了白天测星定船位和定航向的功能, 测量船使用星体跟踪器就有了全天时的天导定位定航向的功能。80年代以来, 随着CCD光电传感器以及微计算机技术的迅速发展, 白天测星采用了全数字视频处理技术, 将这一技术推进到一个新的阶段。我国航天测量船从90年代起也具备了白天测星的能力。

影响白天测星的因素很多, 白天天空背景特性是一个方面。研究表明, 晴朗的天空背景的亮度为 $(2-6) \times 10^3 \text{ cd/m}^2$ 。白天, 由于大气对太阳光、地面、水面反射光的散射形成背景光, 这种背景光的地面照度值约在 $2000-7000 \text{ lx}$ 之间。由于大气湍流的调制作用, 使背景光产生起伏闪烁, 形成强烈的背景干扰, 影响测量。

大气湍流运动使大气的局部折射率产生的时间、空间随机起伏, 对天体辐射产生调制, 其周期从 ms 到 s 。大气抖动破坏天体的成像质量, 降低像点的照度和对比度。这些都增加了白天测星的困难。

恒星星等是该星体亮度的相对度量, 它是与经过精密光度测量的一系列标准星比较而得, 相差一个星等其亮度差2.51倍。恒星的光谱一般包括从紫外到红外的各种波长的辐射分量, 组成了天体光谱, 在连续光谱中, 又叠加了天体发射谱线和吸收谱线。为简化恒星光谱特性的表示方法, 一般通过与黑体的分光光度温度比较得出恒星的色温, 并以O、B、A、F、G、K、M表示。其中, O、B型为白兰色, F型为黄白色, G型为黄色, K型为橙色, M为红色等。

正是由于受到白天天空背景、大气传输、星体等级和光谱等因素的影响, 使电视测量系统经常能“看到”但捕获不到星体, 不能提供有效的测量脱靶量或测量脱靶量误差偏大, 达不到测量船精确定位、定航向的需求, 影响了测量船测量目标的精度。

本文根据白天测星的原理及自然条件, 提出了利用视频判读进行白天测星的测量方法。其具体内容是: 先把测星的视频图像实时记录于计算机硬盘中, 而后对记录的星图进行判读, 根据判读的脱靶量, 完成测量船的定船位和定航向。因为视频判读的精度比较高, 从而提高了测量船的测量精度, 虽然利用视频判读技术进行白天测星是一种准实时的测量方法, 但仍可满足测量船执行任务期间修正惯导航向的要求。

2 测星图像的实时记录

取一帧图像大小为 768×576 , 则 1_s 的图像数据量为 $11MB$ (256 灰度等级)。白天测量一颗星大概需 5_s 左右, 视频采集电路可实时采集测量图像于计算机的内存中, 在光测设备选星和引星的过程中, 把内存中的图像转存于计算机的硬盘中, 完成视频的实时记录。

3 测星视频图像预处理

为了便于对星图的判读, 需对星图进行图像增强处理, 其目的是采用一系列技术, 突出某些分析感兴趣的信息, 抑制噪声, 将图像转换成一种更适合人或机器进行处理的形式。图像增强处理的方法基本上分为空间域处理和频率域处理。空间域处理是在原图上直接进行数据运算, 有点运算和局部运算两种; 频率域处理是在图像的 Fourier 变换域上进行修改, 增强我们感兴趣的频率分量, 然后将修改后的 Fourier 变换值再作 Fourier 反变换, 便得到增强了的图像。

基于线性、非线性以及各种直方图变换的灰度变换, 都能改善图像的对比度, 使图像的细节清晰, 达到了增强的目的。图像的平滑和中值滤波可以抑制图像生成和存储传输过程中的噪声干扰。

图像在传输和变换过程中会受到各种干扰而图像模糊, 在图像判读和识别中, 常需要突出目标的轮廓或边缘信息, 微分(梯度算法)是最好的增强边缘的方法。常用的算法有两种, 一种是

$$GM(x, y) = \{ [f(x, y) - f(x + 1, y)]^2 + [f(x, y) - f(x, y + 1)]^2 \}^{1/2} \text{ 或}$$

$$GM(x, y) = |f(x, y) - f(x + 1, y)| + |f(x, y) - f(x, y + 1)| \quad (1)$$

另一种是 Roberts 梯度算子, 为

$$GM(x, y) = \{ [f(x, y) - f(x + 1, y + 1)]^2 + [f(x + 1, y) - f(x, y + 1)]^2 \}^{1/2} \text{ 或}$$

$$GM(x, y) = |f(x, y) - f(x + 1, y + 1)| + |f(x + 1, y) - f(x, y + 1)| \quad (2)$$

这两种算子, 都能很好的增强图像的边缘, 效果明显。

图像增强的方法有很多, 但在图像的不同区域之间, 图像的细节特征往往并不相同, 根据图像

的局部特征采用自适应的处理方法, 即对整幅图像不仅仅使用单一处理, 可极大的改善图像增强的效果。一般我们根据具体情况选择自适应滤波系统如图 1 所示。

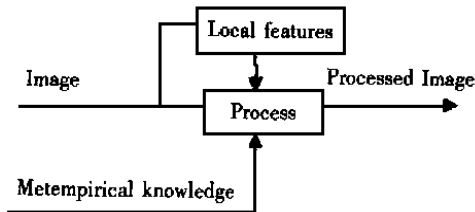


Fig. 1 Adaptive filter

4 测星图像的判读

对经过了预处理的视频图像进行判读, 测量出星体的脱靶量, 以便对测量船进行航向的标定。判读的原理如图 2 所示。

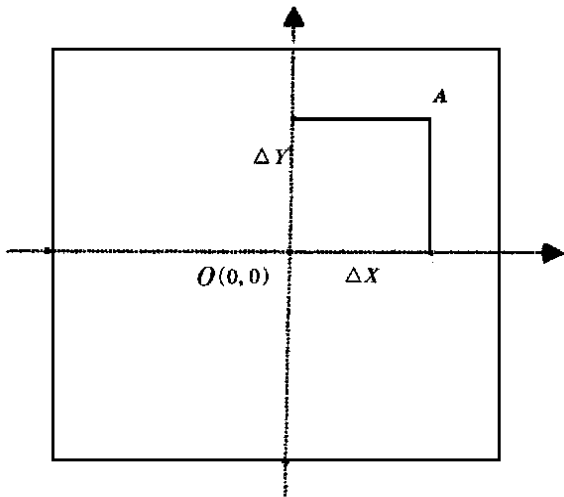


Fig. 2 Schematic diagram of video interpretation

图中, O 是判读的零点, A 是星点位置, X 、 Y 是方位、高低方向上的判读脱靶量。

4.1 自动判读

由于全视频是由行、场同步、消隐脉冲及目标信息混合而成, 所以计算机可以根据目标信号相对同步脉冲的时间值来计算星点在靶面上的位置, 从而完成自动判读。由于星点是点目标, 点目标判读就是选择最先(或最后)扫描的目标的前(后)沿作为判读点进行判读。

4.2 半自动判读

半自动判读就是判读员操纵鼠标器, 进行零点、星点的标定, 根据两次标定的差值, 计算脱靶

量,完成判读。详见参考文献[2]。

视频判读的精度很高,达到十几微米左右。把判读的星点脱靶量送中心处理计算机,中心处理计算机根据测量恒星的方位及判读星体的脱靶量,来校正航向、修正惯导,并以此为基准进行测量。

5 结 论

任务指标中规定,在能见度 23km 的条件下白天要能测到 3 等星,并且应在周天测量至少 15 颗左右。实际情况能见度 23km 的天气情况非常少见,经常是 10km 左右的能见度。在这种情况下

参考文献:

- [1] 荆仁杰等编. 计算机图像处理[M]. 杭州:浙江大学出版社, 1992.
- [2] 李清军等. | 种新型的判读方法的辨析[J]. 光学 精密工程, 1995(4): 80-85.
- [3] 梁雯等. 图像中心加权中值滤波的改进与应用[J]. 中国图像图形学报, 1997(8) : 629-632.

Measuring star with video interpretation in daytime

SHEN Xiang-heng¹, LI Qing-jun¹, WANG Jian-jun²

(1. *Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021, China;*

2. *Beijing Institute of Tracking & Telecommunication Technology, Beijing 100094, China)*

Abstract: A new method is provided to improve the ability in measuring star in daytime of TV measurement system in the measurement ship. By this method, video image of stars achieved by the TV measurement system on a optical measurement device can be recorded into a computer HD on real time, and the course modification of measurement ship and dynamic calibration can be realized through interpretation of star's video image which is saved in computer HD. The experimental results prove that this method may enhance the ability in measuring star in daytime of optical measurement device and whole measurement precision of measurement ship.

Key words: measuring star in daytime; video interpretation; dynamic calibration; course modify;

作者简介: 沈湘衡(1952-),男,湖南衡阳人。1977年毕业于吉林工业大学电子工程系,高级工程师。毕业后一直从事微机应用方面的工作,曾获中科院科技进步一等奖。

下,在监视器上经常能看到 15 颗左右的恒星,但电视测量系统只能测到 1-3 颗星的脱靶量。由于测量数据少且星的分布不能满足测量的需要,使测量船航向误差不能得到及时修正,同时也不能对惯导的水平度进行检测。利用视频判读技术可以对只要我们人眼可以看到的图像都能进行判读,这就保证能对 15 颗左右的星体进行高精度的判读,极大的提高了测量船完成白天测星任务的能力。

综上所述,利用视频判读进行白天测星不仅提高测量精度,而且方法切实可行,是一种新型的白天测星方法。