# 一种基于径向和环向模式特征量的近红外 星图匹配识别方法

王 哲1 郭少军2

(1. 海军航空工程学院战略导弹工程系,山东烟台 264001;2. 海军航空工程学院研究生大队研究生三队,山东烟台 264001)

**摘 要:**通过近红外星空目标分布的特征分析,对近红外恒星目标进行了径向模式特 征量的构造和环向模式特征量的构造,并对经构造得到的特征库和基于标准星空坐标 数据完成的星空导航匹配库进行了模式特征量的匹配识别。结果表明,这种方法在实 际应用中具有一定的价值。

关键词: 径向模式特征量; 环向模式特征量; 星图匹配

中图分类号: TP391 文献标识码: A DOI: 10.3969/j.issn.1672-8785.2013.06.009

# A NIR Star Map Matching Recognition Method Based on Radial and Circle Pattern Characteristic Parameters

#### WANG Zhe<sup>1</sup>, Guo Shao-Jun<sup>2</sup>

 Department of Strategic Missile Engineering, Naval Aeronautical Engineering University, Yantai 264001, China; 2. Graduate Students Brigade, Naval Aeronautical Engineering University, Yantai 264001, China)

**Abstract:** Both radial pattern characteristic parameters and circle pattern characteristic parameters are constructed for near infrared (NIR) star objects after their distribution characteristics are analyzed. The characteristic parameter matching recognition is carried out both for the characteristic library obtained in construction and for the starry sky navigation library based on the standard starry sky coordinate data. The result shows that this method is of a certain value in practical application.

Key words: radial pattern; circle pattern; starry sky recognition

# 0 引言

目前, 星空探测方法主要有无线电探测方 法和可见光 CCD 探测方法等几种。其中, 可见 光 CCD 星空探测技术相对较为成熟。然而由于 可见光 CCD 成像波段主要在可见光范围内, 在 白天受阳光和太空背景光干扰的情况下很难对 星空进行探测。而近红外探测器则可较好地解 决这类问题,因为其星空目标成像工作在近红 外波段,在一定的条件下可以免受阳光干扰,因 而可实现效果良好的白天星空探测。星空探测 只是导航的第一步,在拍摄到近红外星图后如 何处理获得的信息以及如何利用获得的星图信 息对探测器载体进行导航则还需要作进一步研 究。本文针对这个问题介绍一种基于径向和环 向模式特征量的近红外星图匹配识别方法。

**收稿日期**: 2013–03–29

作者简介:王哲(1981-),男,山东青州人,讲师,在读博士,主要从事近红外星空导航、模式识别技术以及故障 诊断等方面的研究。E-mail:guoba2000@163.com

## 1 目标模式特征量的构造

对于已经拍摄的近红外目标,首先要进行 目标检测;在获得星图目标后,如何构建径向和 环向模式特征量成为一个关键问题。下面介绍 图像径向模式特征量和环向模式特征量的构造 方式。

## 1.1 目标径向模式特征量的构造

目标径向模式特征量的构造是基于目标分 布在以某点为中心的同心圆环形区域内的特征 进行构造的,其主要构造方式如下:

(1) 如图 1 所示, 以 S 星作为主星, 确定径 向模式半径为 *R<sub>r</sub>*, 在半径为 *R<sub>r</sub>*的邻域内的星 称为 S 星的伴星(记为 *N<sub>s</sub>*颗)。这些伴星一起构 成 S 的径向模式向量。

(2) 沿径向方向向量化(设量化等级为 N<sub>a</sub>),
 即将以 S 为中心、以 R<sub>r</sub> 为半径的邻域划分成间
 隔相等的环带 G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, ..., G<sub>Na</sub>。

(3) 依次计算第 i ( $i = 1, 2, 3, \dots, N_s$ ) 颗伴星 T<sub>i</sub> 与 S 之间的角距离 d(S,T<sub>i</sub>),则第 i 颗伴星落 在第 int(d(S,T<sub>i</sub>)× $N_q/R_r$ ) 环带内,因此 S 所对应 的径向模式可以表示为

## 1.2 环向特征的构造

利用径向特征量只能进行近红外星位置的 粗匹配,即在知道某颗目标星所在的圆环区域 后,我们无法得知这颗星位于哪一个扇形区间 内。因此,本文基于扇形区域分解的设想对圆环 进行扇形区域分解,然后通过扇形区间的定位 和圆环区间的双定位对星目标所处的位置进行 精确定位,接着进行后续的细匹配处理。下面介 绍如何构造环向特征。如图 1(b) 所示,以S为主 星,以 R<sub>e</sub> 为环向模式半径,通过以下步骤构造 环向特征:

(1) 以主星 S 为中心,依次计算其与伴星之
 间的夹角 *LT*<sub>1</sub>*ST*<sub>2</sub>, *T*<sub>2</sub>*ST*<sub>3</sub> (其中 *T*<sub>i</sub> 为 S 的伴星)。

(2) 找出最小的伴星夹角 (如图 1 中的 ∠T<sub>1</sub>ST<sub>2</sub>),然后以最小夹角的一边 ST<sub>1</sub> 作为起 始边对圆形邻域进行环向划分,将圆周等分成 8 个扇区,如图 1(b) 所示。

(3) 所有伴星在各个象限逆时针方向上的
 分布组成一个 8 bit 的向量 v 。在图 1(b) 中,
 v = (11001000)。

(4) 通过将 v 循环移位可以找到其所组成的 十进制数的最大值。将这个最大值作为 S 的环



图 1 径向特征和环向特征的示意图

向分布特征。在图 1(b) 中, v 循环移位后的最 大值为 v = (11001000) = 200。

(5) 对于特殊情况,比如邻域中的星数为0
时, pat<sub>c</sub>(S) = 0;当邻域中的星数为1时, pat<sub>c</sub>(S) = 128。

2 目标识别匹配仿真

在介绍完模式特征量的构建方法之后,本 文对拍摄到的一张已做好预处理和目标检测的 近红外星空图像进行匹配仿真实验。首先对已 获得的图像进行模式特征构造。图 2 为一幅已经 处理好的近红外星空图像。表 1 列出了图 2 中目 标的质心坐标数据。

对表1中的数据进行径向模式特征量和环 向模式特征量构造,然后将结果与事先完成的 标准星空数据模式特征库进行匹配。首先进行 径向模式匹配,其结果见表 2。

从表 2 中可以看出, 一颗星匹配的结果不止 一个, 因此需要进行第二步的基于环向特征量 的匹配, 其结果见表 3。



图 2 质心检测后的近红外目标星空图

表1图2中各个目标区域的质心坐标

	1	2	3	4	5	6	7
х	120.4868	215.9874	231.5846	160.3091	261.4731	297.6005	254.5813
У	19.6975	150.8965	197.327	201.0491	273.2776	288.1766	307.5536
	8	9	10	11	12	13	
х	333.3586	164.4097	203.6795	429.3603	366.4929	314.6924	
У	310.5017	336.6537	340.7684	345.8494	365.5209	418.1385	

表2 径向模式匹配结果

图 X	图 Y	表 X	表Y	图 X	图 Y	表 X	表 Y
235.33	234.56	283.1833333	36.83166667	103.87	213.54	207.4125	39.916666667
235.33	234.56	320.2208333	40.72	103.87	213.54	153.5833333	41.716666667
235.33	234.56	274.5208333	36.04333333	103.87	213.54	258.1666667	36.43166667
235.33	234.56	255.4333333	35.48166667	103.87	213.54	303.0041667	43.22333333
235.33	234.56	142.9916667	39.83666667	103.87	213.54	209.5541667	38.10333333
235.33	234.56	146.7958333	39.86166667	103.87	213.54	267.6125	40
235.33	234.56	138.1458333	44.90833333	103.87	213.54	93.57083333	39.486666667
103.87	213.54	98.27916667	38.47833333	103.87	213.54	9.995833333	41.006666667
103.87	213.54	251.4333333	42.32833333	103.87	213.54	39.2125	39.62
103.87	213.54	71.63333333	37.40833333	103.87	213.54	80.34166667	36.16666667
103.87	213.54	120.0958333	36.48333333	103.87	213.54	266.2791667	36.10166667
103.87	213.54	5.345833333	38.3	103.87	213.54	207.4125	39.91666667
103.87	213.54	5.075	38.47666667	103.87	213.54	153.5833333	41.716666667

INFRARED (MONTHLY)/VOL.34, NO.6, JUN 2013

表 3 通过环向模式特征匹配过滤后得到的结果

য হা	য বি	± v	± v	ত হা	丙 V	± v	≠ v
<b>登</b> 入	Υ	<b>衣</b> Λ	表 Y	<b>登</b> 入	Υ Υ	<b>衣</b> Λ	表 Y
11.65	17.52	170.025	43.75166667	145.17	218.14	32.51666667	44
71.75	301.48	30.2041666	42.09	235.33	234.56	38.1458333	42.32833333
103.87	213.54	39.2125	39.62	322.47	450.24	24.09166667	44.14
129.84	420.92	51.80416667	39.48333333	441.12	451.57	5.620833333	30.16754
466.37	353.66	6.220833333	35.32				

# 3 结束语

基于径向模式特征匹配和环向模式特征匹 配的方法需要构造较多的表格,其计算速度相 应也会较慢。与其他方法相比,这种方法的识别 率相对较低,但是当所需识别的星的数量较大 时,其正确率也有可能达到100%。在恒星导航 过程中,该方法也是一种比较实用的匹配方法。

#### 参考文献

 [1] 星导航系统 [EB/OL]. http://baike.baidu.com/view/9-010834.htm, 2010.

### (上接第44页)

- [5] PU Han-Ye,WANG Bin and ZHANG Li-Ming. Cayley-Menger Determinant Based Endmember Extraction Algorithm for Hyperspectral Unmixing[J]. J.Infrared Millim.Waves, 2012,31(3):265-270.
- [6] Zachery K N, Zhou J, Liao Y, et al. Object Classification Using Discriminating Features Derived from Higher-order Spectra of Hyperspectral Imagery [C]. Algorithms and Technologies for Multispectral, Hyperspectral, and Ultraspectral Imagery Xvii, 2011.
- [7] Chang C I, Xiong W, Wen C H. A Theory of High-Order Statistics-Based Virtual Dimensionality for Hyperspectral Imagery [J]. Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on, 2013, PP(99): 1–21.

- [2] 何炬. 国外天文导航技术发展综述 [J]. 舰船科学技 术, 2005, 27(5): 91-96.
- [3] 任俊杰. 快速星像匹配算法的比较 [D]. 广州: 暨南 大学, 2010.
- [4] 陈元枝,郝志航.适用于星敏感器的星图识别方法
   [J]. 光电工程, 2000, 27(5): 5-10.
- [5] 朱长征,张志龙,沈振康.一种新的星模式识别算法
   [J]. **宇航学报**, 2005, **26**(S1): 35–38.
- [6] 章毓晋. 图像工程 (上册) 图像处理 [M]. 北京:清 华大学出版社, 2006.
- [7] 李言俊,张科. **景象匹配与目标识别技术** [M]. 西 安:西北工业大学出版社, 2009.
- [8] 海峰, 哀家虎, 毛羽国. 快速星图匹配算法的研究 [J]. **光电工程**, 1998, **25**(6): 70-74.
- [8] Gu Y, Zhang L. Rare signal component extraction based on kernel methods for anomaly detection in hyperspectral imagery [J]. *Neurocomputing*, 2013, 108(0): 103–110.
- [9] Huber P J. Projection Pursuit [J]. The Annals of Statistics, 1985,13(2): 435–475.
- [10] Hsuan R, Qian D, Jing W, et al. Automatic Target Recognition for Hyperspectral Imagery Using Highorder Statistics [J]. Aerospace and Electronic Systems, IEEE Transactions on, 2006, 42(4): 1372–1385.
- [11] MóriT, Rohatgi V, Székely G. On Multivariate Skewness and Kurtosis [J]. Theory of Probability and Its Applications, 1993,38(3): 547–551.
- [12] Henze N. Limit Laws for Multivariate Skewness in the Sense of Móri, Rohatgi and Székely [J].Statistics and Probability Letters, 1997,33(3): 299–307.