

## 7种蠕虫卵的数字化描述及初步识别研究

哈斯苏荣<sup>1</sup>, 刘珍莲<sup>1</sup>, 阿木古楞<sup>2</sup>

(1. 内蒙古农业大学动物科学与医学学院, 呼和浩特 010018;

2. 内蒙古农业大学理学院, 呼和浩特 010018)

**摘要:** 为初步实现家畜蠕虫卵的数字化描述和自动识别研究目标, 作者以对内蒙古反刍家畜危害较大的肝片吸虫卵、捻转血矛线虫卵和仰口线虫卵等 7 种蠕虫卵为研究对象, 用变形雅可比( $p=4, q=2$ )-傅立叶矩对它们的显微图像进行数字化描述和初步识别试验。结果表明, 用该矩可以成功地数字化描述和识别以上 7 种蠕虫卵, 且重建图像清晰而完整, 基本恢复了虫卵原始图像的所有关键信息, 平均识别率达 96.8%。

**关键词:** 蠕虫卵; 变形雅可比-傅立叶矩; 数字化描述; 识别

中图分类号: S852.73; TP391.41

文献标识码: A

文章编号: 0366-6964(2008)10-1411-04

### Digital Description and Identification of 7 Kinds of Helminth Eggs

HASI Su-rong<sup>1</sup>, LIU Zhen-lian<sup>1</sup>, AMU Gu-leng<sup>2</sup>

(1. College of Animal Science and Veterinary Medicine, Inner Mongolia

Agricultural University, Huhhot 010018, China; 2. College of Sciences,

Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010018, China)

**Abstract:** In order to realize the digitized description and the automatic identification of helminth eggs in domestic animal feces, the Pseudo-Jacobi-Fourier Moments were used in this study for describing and identifying 7 kinds of helminth eggs, such as *F. hepatica* egg, *H. contortus* egg and *B. trigonocephalum* egg, etc. The results showed that the microscopic characteristics of these 7 kinds of helminth eggs were successfully digitally described and identified by Pseudo-Jacobi-Fourier Moments. The reconstructed images were clear enough to be identified and contained almost all the main information of original images of helminth eggs. The average identification rate was reached as high as 96.8%.

**Key words:** helminth eggs; Pseudo-Jacobi-Fourier Moments; digital description; identification

粪便虫卵检查是家畜寄生虫病的诊断和流行病学调查的重要手段之一。然而, 传统的检验方法虽然简单易行, 但对镜检人员的工作状态和经验、技术水平的依赖性较强, 从而降低检验结果的客观性和准确性。而且, 观察到的虫卵标本图像、数据结果不便于存储和重现, 不能适应现代兽医工作的信息化和数字化的发展需求。

随着计算机软件和硬件技术的不断发展, 在国

内外已着手研究寄生虫卵数字化描述和自动识别问题<sup>[1-6]</sup>, 并取得了一定成绩。本试验在开展不变矩图像描述性能研究以及中草药粉末显微特征点和血液白细胞显微特征点不变矩描述和识别<sup>[7-10]</sup>研究工作基础上, 拟用变形雅可比( $p=4, q=2$ )-傅立叶矩对肝片吸虫卵和捻转血矛线虫卵等 7 种蠕虫卵的显微特征点进行数字化描述和初步识别试验, 为改进粪便虫卵检查技术手段奠定基础。

收稿日期: 2007-10-08

基金项目: 内蒙古自然科学基金资助项目(200408020109); 内蒙古自治区高等学校科学研究资助项目(NJ03037)

作者简介: 哈斯苏荣(1965-), 男, 蒙古族, 内蒙古鄂尔多斯人, 教授, 博士, 从事兽医药理学、兽医寄生虫学与药物动力学方面的教学与科研工作, Tel: 0471-4304143, E-mail: baohaas@yahoo.com.cn

# 1 材料与方法

## 1.1 试验材料

1.1.1 虫卵供体蠕虫标本 选择对内蒙古反刍家畜危害较大的3种吸虫(肝片吸虫、胰阔盘吸虫和中华双腔吸虫)以及4种线虫(捻转血矛线虫、哥伦比亚食道口线虫、夏伯特线虫和仰口线虫)。

1.1.2 主要仪器 OLYMPUS BX50型生物显微镜和MOTICAM 2006数码成像系统。

## 1.2 试验方法

1.2.1 虫卵标本片的制备 将虫体分别置于干净的载玻片上,用眼科剪小心剪取靠近生殖孔处的子宫末端,并用镊子轻轻挤压使虫卵从生殖孔出来,滴加1~2滴固定液,并将盖玻片轻盖其上。

1.2.2 观察与采集原始图像 借助OLYMPUS BX50型生物显微镜依次观察7种蠕虫卵标本片,并用MOTICAM 2006数码成像系统记录不同放大倍数下每种蠕虫卵的显微特征原始图像。

1.2.3 虫卵原始图像的预处理 用Photoshop7.0对采集到的所有蠕虫卵原始图像进行预处理,并将虫卵彩色图像分割成单个虫卵后转换成象素为64×64的灰度图像,供数字化描述、建立原始图像库和不变矩值库用。

1.2.4 数字化处理方法 在极坐标系(r,θ)中定义的正交矩

$$\phi_{nm} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^1 f(r, \theta) J_n(r) \times \exp(-jm\theta) r dr d\theta \quad (1)$$

称为变形雅可比-傅立叶矩(Pseudo-Jacobi-Fourier Moments, PJFM's), r=1为目标图像的最大尺寸。其中f(r,θ)为图像函数,径向函数J<sub>n</sub>(r)满足

$$J_n = a_n (1-r) \sum_{s=0}^n b_s r^s \quad (2),$$

且满足

$$\int_0^1 J_n(r) J_k(r) r dr = \delta_{nk} \quad (3)。$$

对于多畸变图像f'(r,θ)=gf(r/k,θ),其归一化不变矩PJFM's应为

$$\phi_{nm} = \frac{a_n}{2\pi} \sum_{s=0}^n \frac{b_s}{gk^{s+2}} [M'_{sm} - \frac{1}{k} M'_{s+1,m}] \quad (4),$$

其中

$$a_n = (-1)^n \sqrt{\frac{2}{(n+3)(n+2)(n+1)}} \quad (5),$$

$$b_n = (-1)^s \frac{(n+s+3)!}{(n-s)!s!(s+1)!} \quad (6)。$$

对多畸变图像其傅立叶-梅林矩M'<sub>sm</sub>定义为

$$M'_{sm} = \int_0^{2\pi} \int_0^1 gf(r/k, \theta) r^s \times \exp(-jm\theta) r dr d\theta \quad (7),$$

而图像尺度变化因子k<sub>i</sub>和图像灰度变化因子g<sub>i</sub>可由下式计算

$$k_i = \left( \frac{M'_{10}}{M'_{00}} \right) / \left( \frac{M_{10}}{M_{00}} \right) \quad (8),$$

$$g_i = \left[ \left( \frac{M_{10}}{M_{00}} \right) / \left( \frac{M'_{10}}{M'_{00}} \right) \right]^2 \frac{M'_{00}}{M_{00}} \quad (9),$$

其中,  $\frac{M_{10}}{M_{00}}$ 是训练样本集标准图像的一零阶和零零

阶傅立叶-梅林矩之比,  $\frac{M'_{10}}{M'_{00}}$ 是训练样本集每个多畸变图像的一零阶和零零阶傅立叶-梅林矩之比。

1.2.5 识别方法 用最小平均距离规则对目标图像加以区分。欧几里得距离可以用以下公式计算

$$d_i = \left\{ \sum_{\substack{n,m=0 \\ \text{when } m=0, n \neq 0, 1}}^{10} [|\phi_{nm}| - (|\phi_{nm}|)_i]^2 \right\}^{1/2} \quad (10),$$

其中|φ<sub>nm</sub>|是试验样本集中物体的nm阶变形雅可比-傅立叶矩的模,而(|φ<sub>nm</sub>|)<sub>i</sub>是第i类参考物体的nm阶变形雅可比-傅立叶矩的模。

## 2 结果

### 2.1 虫卵显微特征原始图像

图1为所采集胰阔盘吸虫卵不同放大倍数下的显微特征原始图像代表,可见随着放大倍数的增加虫卵内部结构更加清晰,信息量增多,更有利于计算机的自动识别。图2为相同放大倍数(200×)下的肝片吸虫卵、中华双腔吸虫卵、捻转血矛线虫卵、哥伦比亚食道口线虫卵、夏伯特线虫卵和仰口线虫卵的多形态原始图像代表。可见,本试验中所采集的虫卵图像显微特征清晰,较为客观地反映各个虫卵

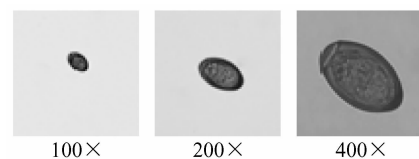
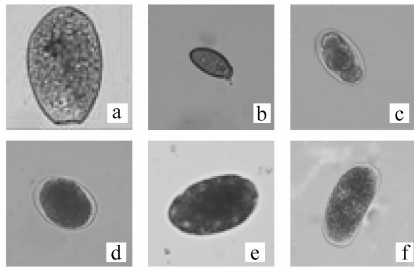


图1 胰阔盘吸虫卵不同放大倍数原始图像  
Fig.1 Original images of *E. pancreaticum* eggs in different magnification



a. 肝片吸虫卵; b. 中华双腔吸虫卵; c. 捻转血矛线虫卵; d. 哥伦比亚食道口线虫卵; e. 夏伯特线虫卵; f. 仰口线虫卵。图 3 同

a. *F. hepatica* egg; b. *D. Chinensis* egg; c. *H. contortus* egg; d. *O. columbianum* egg; e. *C. ovina* egg; f. *B. trigonocephalum* egg. The same as figure 3

图 2 6 种蠕虫卵的显微图像 (200×)

Fig. 2 Microscopic images of 6 kinds of helminth eggs (200×)

的主要特征,为建立虫卵原始图像库和不变矩值库奠定了基础。

### 2.2 数字化处理结果

图 3 为与图 2 给出的 6 种蠕虫卵原始图像对应

的  $n=m=20$  时的 439 个独立矩重建结果,重建图像较清晰,基本恢复了该 6 种蠕虫卵显微图像的主要特征。因此,PJFM's 的图像特征提取性能很强。表 1 给出  $n=m=10$  时 7 种蠕虫卵显微特征图像 118 个不变矩值中的第 31 至第 40 个不变矩值。由表 1 可看出,本试验所选 7 种蠕虫卵的各个显微特征点的不变矩值有明显的差异,说明完全可根据虫卵显微图像不变矩值的差异加以识别。

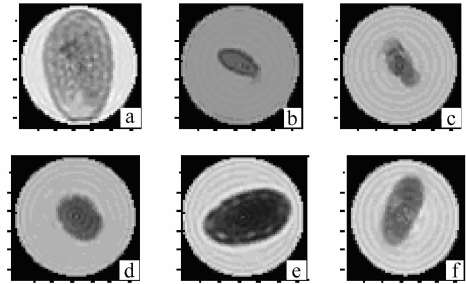


图 3 6 种蠕虫卵的重建图

Fig. 3 Reconstructed images of 6 kinds of helminth eggs

表 1 7 种蠕虫卵的部分不变矩值 ( $n=m=10$ )

Table 1 Some invariant moment values of 7 kinds helminth eggs ( $n=m=10$ )

	肝片吸虫卵 <i>F. hepatica</i> egg	中华双腔 吸虫卵 <i>D. chinensis</i> egg	胰阔盘 吸虫卵 <i>E. pancreaticum</i> egg	捻转血 矛线虫卵 <i>H. contortus</i> egg	哥伦比亚食 道口线虫卵 <i>O. columbianum</i> egg	夏伯特 线虫卵 <i>C. ovina</i> egg	仰口线虫卵 <i>B. trigonocephalum</i> egg
31	0.287	0.025	0.028	0.047	0.018	0.090	0.190
32	11.50	11.60	9.580	12.00	4.690	1.020	8.650
33	0.378	0.503	2.250	0.749	1.150	1.160	1.270
34	0.438	1.030	0.538	0.384	1.020	1.270	0.571
35	0.492	0.131	0.604	0.395	0.109	2.080	0.869
36	0.713	0.150	0.253	0.336	0.068	0.307	0.788
37	0.083	0.130	0.271	0.366	0.028	0.395	0.413
38	0.414	0.014	0.101	0.260	0.057	0.126	0.169
39	0.140	0.106	0.121	0.125	0.051	0.190	0.181
40	0.276	0.025	0.021	0.023	0.044	0.229	0.121

### 2.3 识别试验结果

本试验选取肝片吸虫卵和捻转血矛线虫卵等 7 种蠕虫卵的多种形态原始图像,每种蠕虫卵选取 10~15 个显微特征变形体,共 84 个图像作为训练样本集,建立不变矩值数据库。试验样本集共计 50 个虫卵图像,由训练样本集原始图像、训练样本集原始图像的灰度、旋转、尺度变化和加噪声处理后的变形体以及新制备标本片虫卵图像组成。识别试验结果

较为理想,对训练样本集原始图像、训练样本集原始图像的变形体以及新制备标本片虫卵图像的识别率分别为 100%、98.0%和 92.5%,平均识别准确率达 96.8%,且识别时间为 1.1~1.3 s。

## 3 讨论

### 3.1 蠕虫卵原始图像的采集

为证明本试验所用变形雅可比 ( $p=4, q=2$ )-傅

立叶矩法能否识别形状相似的虫卵,特意选择了在光学显微镜下人工识别难度较大的胰阔盘吸虫卵和中华双腔吸虫卵以及捻转血矛线虫卵和哥伦比亚食道口线虫卵。而且,本试验所用虫卵均为成虫生殖孔附近子宫末端的尚未排出的虫卵,其卵壳较薄,有的虫卵胚细胞还没有完全分化,也未经粪便的染色过程。因此与粪便中检出的成熟虫卵相比较有些典型特征尚未形成,给识别带来一定的难度。但各个虫卵的形态特征和大小基本与成熟虫卵特征相吻合,如果作者所用不变矩方法能够成功数字化描述和识别这些虫卵,则更能说明该方法的可行性。

### 3.2 蠕虫卵的数字化描述及初步识别

不变矩对显微图像的数字化效果可用重建图像的质量来评价。本文图3为虫卵经数字化后的重建图像,可见重建图像较清晰而完整,基本恢复了该6种蠕虫卵显微图像的主要特征。因此,PJFM's的图像特征提取性能很强,对蠕虫卵的数字化描述成功。另外,对图像识别而言尽可能用较少的矩提取主要特征,显得更为重要。由表1可看出,本试验所选7种蠕虫卵的各个显微特征点的不变矩值有明显差异,并且识别试验结果表明,仅用 $n=m=10$ 时的118个矩足以区分这些虫卵。说明 $n=m=10$ 时的118个不变矩已提取了原始图像的主要信息。在识别试验中,对训练样本集中的原始图像和训练样本集图像的灰度、旋转、尺度变化、加噪声处理后的各种变形体以及新制片上虫卵图像的识别率分别达100%、98.0%和92.5%,并且较为成功地识别了在光学显微镜下人工识别难度较大的胰阔盘吸虫卵和中华双腔吸虫卵以及捻转血矛线虫卵和哥伦比亚食道口线虫卵。而且,作者认为在建立虫卵训练样本集时尽可能收集虫卵原始图像的所有变形体,加大库内虫卵数量,则可有效提高平均识别率。而虫卵显微图像的灰度、旋转及背景噪声等畸变对识别结果没有太大的影响,只有虫卵的结构、形态特征、大小以及虫卵训练样本集才是影响识别率的主要因素。

综合分析,本试验中出现误判的主要原因是所建立的训练样本集数量偏少,未能收集同一种虫卵的所有变形体,加之虫卵本身不是经粪便排出的成熟虫卵,部分有助于识别的显微特征仍未形成。因此,作者认为用变形雅可比( $p=4, q=2$ )-傅立叶矩对蠕虫卵的显微图像进行数字化描述后,再根据最小平均距离规则进行目标图像的区分和识别方法非

常可行,其识别率明显高于Yang等<sup>[2]</sup>和Somers<sup>[3-4]</sup>的报道。

## 4 结 论

由反刍家畜7种蠕虫卵的数字化描述和初步识别试验结果可得出如下结论:变形雅可比-傅立叶矩可作为蠕虫卵显微图像识别中的特征选择与提取量,并可用于家畜粪便虫卵的自动检查和鉴别鉴定。

### 参考文献:

- [1] CASTANON C A B, FRAGAA J S, FERNANDEZ S, et al. Biological shape characterization for automatic image recognition and diagnosis of protozoan parasites of the genus *Eimeria*[J]. Pattern Recognition, 2007,40: 1 899-1 910.
- [2] YANG Y S, PARK D K, KIM H C, et al. Automatic identification of human helminth eggs on microscopic fecal specimens using digital image processing and an artificial neural network[J]. IEEE Trans Biomed Eng, 2001,48(6):718-730.
- [3] SOMER C. Digital image analysis and identification of eggs from bovine parasitic nematodes[J]. J Helminthol, 1996, 70(2):143-151.
- [4] SOMER C. Quantitative characterization of texture used for identification of eggs of bovine parasitic nematodes[J]. J Helminthol, 1998, 72(2):179-182.
- [5] 彭社欣,廖松涛. 寄生虫虫卵图像计算机自动识别技术研究[J]. 湖南师范大学学报(医学版),2005,2(2): 11-15.
- [6] 赵亚娥. 人体寄生虫虫卵图像的自动识别[J]. 中国电视学与图像分析,1997, 2(3): 135-138.
- [7] 阿木古楞,杨性愉,平子良. 用变形雅可比( $p=4, q=3$ )-傅立叶矩行图像描述[J]. 光电子·激光,2003, 14(9):981-985.
- [8] 哈苏荣,阿木古楞,高璐琰,等. 草红花显微特征点的不变矩表达[J]. 中国生物医学工程学报,2007,26(2):220-225.
- [9] 哈苏荣,阿木古楞,高璐琰,等. 五种花类中草药显微特征点的不变矩识别[C]//上海:第三届国际中医药工程学术会议论文集,2006:206-212.
- [10] AMU G, HASI S, YANG X, et al. Image analysis by Pseudo-Jacobi ( $p=4, q=3$ )-Fourier Moments [J]. Applied Optics, 2004,43(10):2 093-2 101.