维普资讯 http://www.cqvip.com

文章编号：0253-3626(2001)01-0087-02

彩色显微图像输入中光学系统的误差分析及其消除

鲍依稀，罗春丽，康格非

（重庆医科大学检验系　重庆　400016）

【摘　要】目的：由于硬件及软件系统的局限性，在图像输入过程中存在诸多误差，给今后工作带来许多不准确性，甚至导致错误的结果。本文着重讨论了彩色显微图像输入过程中，光学系统所产生的误差极其消除方法。方法：分别采用图像相减，栅格插值及直方图均衡法消除了光学系统所产生的误差。结果：上述三种方法基本满足消除图像输入过程中所产生的误差的要求，达到了再现图像的目的。结论：此方法的建立为以后的数据处理、图像分析打下了良好的基础。

【关键词】图像输入；光学系统；误差分析；显微镜

【中国图书分类法分类号】R318　　【文献标识码】A　　【收稿日期】2000-06-15

Error analysis and elimination of optical system in color micro-image input

BAO Yi-xi, et al

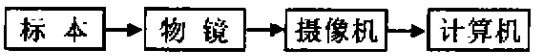
（Department of Laboratory Medicine, Chongqing Medical University, 400016）

【Abstract】 *Objective*: Due to the limitation of the inaccuracy of hardware and software, there may be some errors in the course of image input, which brings about a lot of inaccuracy afterwards, and even false results. This article discusses errors included by optical system and its elimination method. *Methods*: We adopt methods of image subtraction, grid interpolation and histogram equalization in order to eliminate errors induced by the optical system. *Results*: The methods can practically eliminate the optical system induced error and achieve the purpose of image reappearing. *Conclusion*: The establishment of the methods could make a good foundation for data processing and image analysing.

【Key words】Image input; Optical system; Error analysis; Microscope

随着科技的发展，计算机在各个领域得到了广泛的应用，彩色显微图像处理系统就是计算机在医学检验中具体应用的一个实例[1]，同时，由于硬件及软件系统的局限性，在图像输入过程中存在着许多误差，给今后工作带来许多不准确性，甚至导致错误的结果。本文结合作者多年的开发经验，着重讨论彩色显微图像处理中图像输入过程光学系统产生的误差及其消除方法。

显微图像的输入过程如下[2]：



1　镜头磨损产生的误差

从上述显微图像的输入过程可以看出，载玻片上的标本需经过物镜、摄像机的镜头进入摄像机，如果其中某一镜头被磨损或被污染（如灰尘等），那么进入摄像机中的图像就成为标本图像和误差图像之和，给图像处理的准确性带来相当大的影响。

为了消除此类误差，我们采用图像相减的方法，即摄入一幅标本图像后，取出载玻片，再摄入一空白图像（不放入任何标本），然后用前幅图像减去空白图像，这样就可消除此类误差。

令T_{ij}^{k}代表标本图像坐标为（i，j）处像素k（k=0，1，2分别代表R、G、B）分量的灰度值，$T_{ij}^{k'}$代表空白图像坐标为（i，j）处像素k分量的灰度值，P_{ij}^{k}代表新图像（i，j）处的k分量的灰度值，那么可得下列式：

$P_{ij}^{k} = T_{ij}^{k} - T_{ij}^{k'} + 256$ (i=0、1、2....MAX_i，j=0、1、2...MAX_j，k=R、G、B)

其中MAX_i、MAX_j分别代表图像的最大边界值。

2　镜头的凸度产生的误差

大家知道，在本系统中，由于透镜的凸度，会使输入的图像几何变形，给今后计算细胞面积带来不准确因素，为了消除此类误差，我们采取栅格插值方法进行几何图像校正[3]，具体作法如下：

由于显微镜镜头的轴线是垂直于载玻片的，且与摄像机

基金项目：重庆市卫生局资助课题(渝卫科教(99)24号文)

作者介绍：鲍依稀（1967-　），女，讲师，硕士

维普资讯 http://www.cqvip.com

镜头是重合的，所以所摄入的图像离中心（轴线）距离越小，图像越清晰且变形越小，反之则模糊，同时，由于透镜是连续变化的，所以我们认为此类变形是线性的。

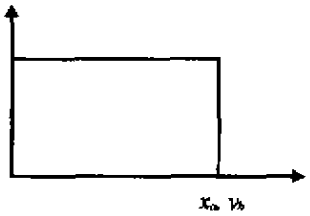
令G（x，y）为变换后的图像，F（x，y）为变换前的图像

$$G(x', y') = F(x, y)' = F(ax + by + cxy + d, ex + fy + gxy + h) \quad (1)$$

即：$x' = ax + by + cxy + d$

$y' = ex + fy + gxy + h$

如何解出上述带有8个参数的方程？我们建立一坐标系，其原点与透镜的轴线重合，并输入一矩形，如下图所示：



那么输出也应该为矩形，这样，在原点处，$x = y = 0$，同时，由于该点不变，即：$x' = y' = 0$，那么可得出：$d = h = 0$；另外三个顶点共可列出六个方程，即可解出其余六个变量。

3　光源产生的误差

光源对输入图像的影响本课题主要表现在血涂片中同一视野里由于光线照射的不均匀带来的同一细胞在不同的位置其颜色不同，这给我们进一步进行图像量化分析带来了困难，为消除这一影响，我们采用了直方图均衡的方法[4]，其算法如下：

设一输入图像A（x，y），经过灰度变换函数f（D）处理后，产生输出图像B（x，y），已知输入图像的直方图$H_A(D)$，我们希望得到输出图像直方图的表达式，任一输出像素的灰度值可由下式得到

$$D_B = f(D_A) \quad (2)$$

其中，D_A是相应的位置输入像素的灰度值，D_B是相应的位置输出像素的灰度值，假定f（D）是斜率有限的非减函数，因此其反函数存在，即

$$D_A = f^{-1}(D_B) \quad (3)$$

灰度值D_A转换到D_B，灰度级范围$D_A + \Delta D_A$变换到$D_B + \Delta D_B$，而且，在灰度级D_A到$D_A + \Delta D_A$之间的所有像素将转化到D_B到$D_B + \Delta D_B$之间，因此，灰度级D_B到$D_B + \Delta D_B$之间的输出像素的个数等于灰度级D_A到$D_A + \Delta D_A$之间的输入像素的个数，这意味着$H_A(D)$在D_A到$D_A + \Delta D_A$之间的面积与$H_B(D)$在D_B到$D_B + \Delta D_B$之间的面积相等，即：

$$\int_{DB}^{DB+\Delta DB} H_B(D)dD = \int_{DA}^{DA+\Delta DA} H_A(D)dD \quad (4)$$

如果使ΔD_A适当地小，则ΔD_B也将很小，因此我们可以用矩形面积来积分近似：

$$H_B(D_B)\,\Delta D_B = H_A(D_A)\,\Delta D_A \quad (5)$$

则输出直方图的值为：

$$H_B(D_B) = H_A(D_A)\,\Delta D_A/\Delta D_B \quad (6)$$

当ΔD_A趋近于0时取其极限，因为f（D）处处存在非零的斜率，ΔD_B也将趋近于0，从而得到：

$$H_B(D_B) = H_A(D_A)\,dD_A/dD_B \quad (7)$$

将（2）式带入上式，可以得到：

$$H_B(D_B) = H_A(D_A)\,(df(D_A)/dD_A) \quad (8)$$

通过将(3)式带入上式，可以得到一般形式：

$$H_B(D_B) = H_A[f^{-1}(D)]/f'[f^{-1}(D)] \quad (9)$$

其中

$$1^{-1} = df/dD \quad (10)$$

在（9）、（10）中下标被删去了。

从（9）式可以看到，输出直方图是两个同一自变量的函数的比值，显然，如果分子和分母的函数相同，仅差一比例常数，也就是说，如果

$$f'(D) = D_m H(D)/A_0 \quad (11)$$

则该比值将为常数，对上式两边进行积分，我们发现只要下式成立就可以对图像进行均衡处理：

$$f(D) = D_m \int_0^D H(u)\,du/A_0 \quad (12)$$

我们知道一幅图像的累计分布函数是其面积归一化的阈值面积函数：

$$P(D) = \int_0^D H(u)\,du/A_0 \quad (13)$$

其中A_0是图像的面积，H是直方图，因此，P（D）就是直方图均衡处理的最好方法，即：

$$f(D) = D_m P(D) \quad (14)$$

4　结　论

通过本文所述的三种方法，基本上消除了图像输入过程中光学系统产生的误差，使图像能够很好地重现原始图像。

参 考 文 献

[1] 鲍依稀. 医用显微图像处理的研究现状及展望[J]. 国外医学临床生物化学与检验学分册，1999;20(4):180-182.

[2] 鲍依稀，刘清林，康格非，等. 医用显微图像处理系统的研制和软件开发[J]. 重庆医科大学学报，2000;25(3):280-282.

[3] Rebert Gretgory. Digital Cameras: They Still Need Digital Cameras[J]. Advanced Imaging, 1996;(8):222-224.

[4] P. A Stokseth. Properties of a Defocused Optical System [J]. Journal of the optical society of America. 1969;(59):1314-1321.