

· 图像与信号处理 ·

基于 Hough 变换的光学测量胶片成像质量评价方法

王玉梅

(92941 部队, 辽宁 葫芦岛 125000)

摘要:感光特性曲线是评价测量胶片影像质量密度变化均匀性的一种手段和方法. 针对光学测量胶片传统评价方法主观性强、误差大、难以量化等问题, 提出了利用 Hough 变换技术对胶片感光特性曲线进行空间变换, 通过分析检测特性曲线的变化规律及斜率和断线率等评价指标, 对光学测量胶片成像质量进行评价的方法. 并采用 2 条成像质量不同的 21 梯级光楔胶片进行实验. 实验结果表明, 此方法评价结果准确、客观性强, 能够真实地反映光学测量胶片的成像质量.

关键词:客观评价; 断线率; Hough; 成像质量; 光楔胶片

中图分类号: TP391.44

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2010)02-0061-03

Imaging Quality Evaluating Method of Optical Measurement Film Based on Hough Transform

WANG Yu-mei

(92941 Army Unit, Holudao 125000, China)

Abstract: The photo sensitive characteristic curve is one quality evaluating method of measuring film. Aiming at the strong subjectivity, big error, quantitative difficulty of the traditional evaluating method, the imaging quality evaluating method of optical measurement film was put forward, using Hough transform technology to make a space shift for the film photo sensitive characteristic curves, and evaluating the indexes of characteristics by analyzing and testing the changing rules, slope, broken-line rate of the characteristic curves. The experiment was done using two different imaging quality wedge films of 21 steps, the results prove the evaluating results are more correct and objective, it can truly reflect the imaging quality of the optical measurement film.

Key words: objective evaluation; broken-line rate; Hough; imaging quality; optical wedge film

光学测量胶片是经纬仪测量信息记录的主要载体, 其成像质量直接影响对其所记载数据的处理精度. 传统光学测量胶片影像质量评价是采用光楔胶片感光测定的方法, 根据冲洗后光楔的 21 梯级密度变化, 绘制感光特性曲线图, 利用曲线反差系数大小来定义胶片成像质量是否符合数据处理要求. 从而判断胶片的对比度是否大, 密度分布是否均匀. 这种评价方法有 2 个明显缺点: 一是受人的主观性影响比较大, 同一幅光楔片每次测量的结果都不同; 二是不能够对影像的细部特征, 也就是密度变化的均衡性给出一个全面客观的定量评价. 因此, 这种评价方

式不能准确地反映胶片的成像质量, 严重地影响了胶片冲洗质量的提高.

针对传统影像质量评价方法的不足, 提出了基于 Hough 变换的光学测量胶片成像质量评价方法.

1 基于 Hough 变换的光学测量胶片评价原理

Hough 变换^[1]是一种全局的检测算子, 由于其抗噪声能力强而受瞩目. 它把被变换对象的空间信息转换到对象特征参数空间, 从而将对象形状检测

的问题转化为在特征空间中对特征参数的寻找. 利用 Hough 变换可在复杂的数据中寻找用参数描述的几何形状, 如圆、直线等^[2,3], 目前, 此方法已大量应用于图像中的几何边缘提取, 如道路、飞机跑道、建筑物轮廓等领域, 其强大的抗干扰特性, 使其得到了广泛的应用. 这里利用其变换特性在感光特性曲线图中寻找曲线上的最长直线的斜率及各直线间的断点率, 从而评估胶片密度变化, 评价胶片成像质量.

在 Hough 变换中数据空间中任意一点都对应参数空间中一条曲线. 数据空间中满足直线方程的点在参数空间中对应的曲线将相交于一点, 该点的坐标就是数据空间中的线段所在直线的参数. 数据空间 x, y 里的直线可用方程表示

$$r = \cos\theta + y\sin\theta \quad (1)$$

式中, x 和 y 分别是直线上任意一点的横坐标和纵坐标; (r, θ) 是构成从原点到直线最近点的向量. 用数据空间的左下角作为坐标原点, r 的取值范围是从零到数据空间的对角线长度, θ 的取值范围一般为 $0 \leq \theta \leq 180^\circ$.

应用 Hough 变换检测数据空间中线段的具体做法是, 首先构造累加数组 $H(r_k, \theta_k)$, $\theta_k = k \times 1^\circ$, $k = 0, 1, 2, \dots, r$, 考虑到实际情况, 取 r 为数据空间对角线上的数据数. 然后, 对于数据空间中每一个不为零的点 (x, y) , 都取遍 θ_k , 对于每个 θ_k 都根据式 (1) 计算出相应的 r , 取整后得到 r_k , 再根据 (r_k, θ_k) 对相应的 $H(r_k, \theta_k)$ 进行加 1 运算. 考虑到一般拍摄胶片的感光特性曲线倾斜量不会很大, 表示点阵边的 θ 取值在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 之间, Hough 变换完成之后, 在参数空间中, $H(r_k, \theta_k)$ 在 θ 为 90° 附近出现一个比较大的点, 此点即为感光特性曲线连线所对应的最长直线, 其他几个较大的点即为连线所对应的直线, 这些直线的倾角即为曲线的斜率. 当然, 每条直线的倾角有可能存在微小的差别, 实际评价时应当取最长的一条直线的倾斜角作为特性曲线斜率. 因为, 此直线最长, $H(r_k, \theta_k)$ 值最大, 直线所包含的数据点也最多, 自然倾斜角误差也就最小. 因此, 可以真实代表此特性曲线的斜率.

其次, 胶片密度的均衡性也是评价胶片成像质量的一个指标, 一幅各梯级密度变化剧烈的光楔胶片的特性曲线也能得到较好的斜率. 针对这种情况, 文中提出了断线率的概念, 即用代表特性曲线斜

率的直线断点率代表胶片的密度分布: $a = \frac{t}{l}$ (2)

式中, a 代表断线率, l 代表整个直线两端的总点数; t 代表断线的点数, $t = \sum_{i=1}^n t_i$. 其中, t_i 为最大极点所对应的特向曲线上每段不连续直线所包含的数据数; n 为总的线段数. 从式 (2) 中可以看出断线点数越少, 断线率越低, 表明大多数的数据点都在直线上, 因此, 密度分布就越均匀.

2 基于 Hough 变换的感光特性曲线评价实现

基于 Hough 变换的感光特性曲线评价具体可按下面步骤实现:

(1) 将 $\theta - \rho$ 参数空间量化为 $m \times n$ 个单元, 对应于每个单元设立累加器矩阵 $T(m, n)$. 其中, m 为 θ 的等份数; n 为 ρ 的等份数, $0 \leq \theta_i \leq 90^\circ$, ρ 为取数据矩阵的对角线数据数, $\rho = n$.

一般感光特性曲线特性曲线都不会很直, 如果 θ 取值很小, 则每段不同斜率的曲线都会形成一个点, 必然检测出许多小的直线, 无法反映特性曲线的整体斜率, 经实验验证, 当 $0 \leq \theta_i \leq 5^\circ$ 比较满足工程背景需要.

(2) 将所有累加器初值置 0;

(3) 针对检测到的点集里的每一点在 $0 \leq \theta_i \leq 90^\circ$ 区间内按量化步长依次取 θ_i , 计算对应的 ρ_i 值, 并据此在相应的累加器单元加 1, $T(i, j) = T(i, j) + 1$;

(4) 扫描累加器矩阵, $T(i, j)$ 取值最大的 (θ_i, ρ_i) 值对应的直线即为所求;

(5) 当图像中有多条直线时, 将累加器矩阵中已检测直线的 (θ_i, ρ_i) 值附近局部区域的累加器置 0, 转步骤 (4), 直到找出所有直线.

3 实验验证

3.1 数据采集

采用 2 条成像质量不同的 21 梯级光楔胶片进行实验, 如图 1 所示. 其中图 1a 为成像较好的光楔片, 图 1b 为成像较差的光楔片.

分别利用扫描仪将 2 条胶片扫描为 2 帧图像, 然后对每梯级利用聚类的方法读取梯级中心密

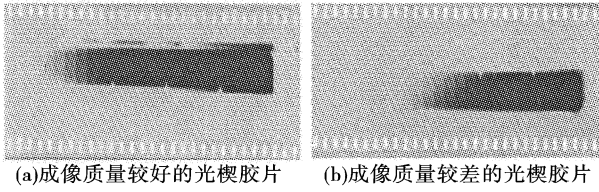


图 1 光楔胶片

度^[4],或利用密度仪读取胶片的每梯级密度,其光楔胶片密度数据如表 1 和表 2 所示,其特性曲线如图 2 所示.

表 1 成像较好的光楔胶片密度表

梯级	密度值	梯级	密度值	梯级	密度值
1	24	8	74	15	142
2	27	9	84	16	152
3	30	10	93	17	158
4	33	1	107	18	164
5	41	12	15	19	168
6	53	13	123	20	172
7	62	14	134	21	176

表 2 成像较差的光楔胶片密度表

梯级	密度值	梯级	密度值	梯级	密度值
1	25	8	49	15	113
2	26	9	52	16	120
3	27	10	55	17	124
4	29	11	60	18	145
5	30	12	81	19	152
6	32	13	85	20	173
7	34	14	89	21	179

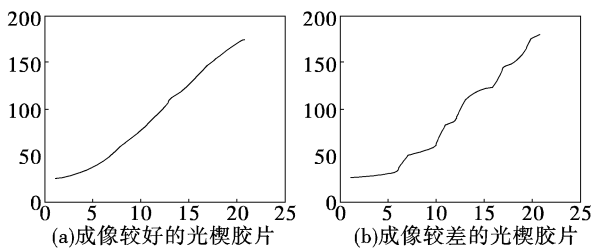


图 2 光楔胶片的特性曲线

图 2 中横轴为光楔胶片密度值,纵轴为梯级数.从图 2a 中可以看出:其特性曲线比较平滑,说明胶片密度变化比较均匀,密度分布比较好,能够较完整地显示胶片内容,目标和背景其他信息不会丢失,成像比较好.从图 2b 中可以看出:其特性曲线变化比较剧烈,说明胶片密度变化不均匀,应该显示的信息很容易被覆盖或丢失,成像较差.下面采用基于 Hough 变换的光学测量胶片成像质量评价方法对这 2 条光楔胶片进行评价.

3.2 评价原理实现

对图 2 中 2 条光楔胶片特性曲线按照上面步骤进行 Hough 变换,文中 $\theta = 1, m = 90$,其变换矩阵 T 结果如图 3 所示.

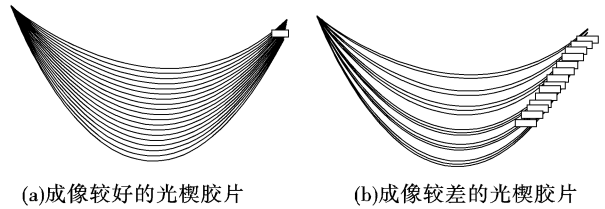


图 3 2 条光楔胶片的 Hough 变换曲线图

从图 3a 中可以看出,光楔胶片 Hough 变换曲线只有一个极值点,特性曲线数据基本在一条直线上,说明密度分布得比较均匀,成像质量较好;从图 3b 中可以看出:光楔胶片 Hough 变换曲线存在许多个极值点,特性曲线上存在许多不同斜率的直线,显然,密度分布不均匀,而成像质量较差.对 2 条成像质量不同的光楔胶片评价结果如图 4 所示.

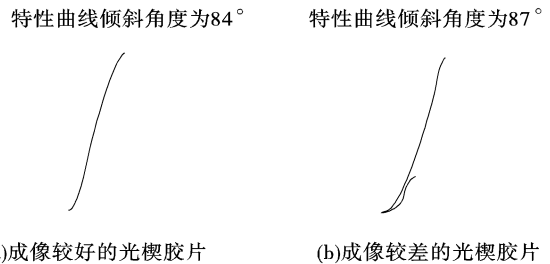


图 4 光楔胶片评价结果图

从图 4a 中可以看出,最大极点对应的极线很长,几乎包含整个曲线,评价结果得到倾斜角为 84°,是成像较好的光楔胶片评价结果;从图 4b 中可以看出:最长极线附近存在许多小的极线,但是,极线还是基本上包含了曲线的大部分,评价结果得到倾斜角为 87°,是成像较差的光楔胶片评价结果.

根据光楔胶片倾斜角结果可得到:成像较好的特性曲线的斜率小于成像较差的特性曲线的斜率,说明成像较好的光楔胶片密度变化范围比较宽,符合胶片成像质量的真实变化规律.

3.3 评价结果分析

成像质量较好的光楔胶片特性曲线断线率计算 (下转第 78 页)

入前向-后向光流方程,计算其 Hessian 矩阵,并把 Hessian 矩阵的条件数与 Lucas-Kanade 光流法中的加权阵相结合,有效地消除了局部邻域中不可靠的约束点,同时进一步提高了光流约束方程解的稳定性.仿真实验表明,该光流法能有效地检测和跟踪运动车辆,并给出了车辆的统计数目.由于光流法计算复杂度比较高,如何优化算法以缩短运行时间是下一步的研究方向.

参考文献

- [1] H L Eng, M Thida. Model-based detection and segmentation of vehicles for intelligent transportation system [C]//3rd IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications. Singapore, 2008: 2127-2132.
- [2] L Li, W Huang, I Y-H Gu, et al. Statistical modeling of complex backgrounds for foreground object detection[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2004, 13:1459-1472.
- [3] J L Landabaso, M Pardas. A unified framework for consistent 2-D/3-D foreground object detection[J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2008,18:1040-1051.
- [4] C Lodato, S Lopes. An Optical Flow Based Segmentation

Method for Objects Extraction [C]//Conference of the World Academy of Science Engineering and Technology. Vienna, Austria, 2006: 41-46.

- [5] S M Bhandarkar, X Luo. Integrated detection and tracking of multiple faces using particle filtering and optical flow-based elastic matching[J]. Computer Vision and Image Understanding, 2009, 13 :708-725.
- [6] D Decarlo, D Metaxas. Optical flow constraints on deformable models with applications to face tracking[J]. International Journal of Computer Vision, 2000, 38:99-127.
- [7] Horn B K, Schunck B G. Determining optical flow [J]. Artificial Intelligence, 1981 (17):185-203.
- [8] Barron J L, Fleet D J. Performance of optical flow techniques [J]. International journal on computer vision, 1994 (12): 43-77.
- [9] Lucas B D, Kanade T. An iterative image registration technique with an application to stereo vision [C]//proceeding of the international joint conference on artificial intelligence, 1981.
- [10] R Nakayama, Y Uchiyama. Development of new filter bank for detection of nodular patterns and linear patterns in medical images[C]//Systems and Computers in Japan, 2005, 36:81-91.

(上接第 63 页)

结果为: $\alpha = \frac{t}{l} = 0.08$,对成像质量较差的光楔胶片特性曲线断线率的计算结果为: $\alpha = \frac{t}{l} = 0.32$.从 2 个特性曲线的实际情况来看,光楔胶片密度变化越均匀,感光特性曲线则越平滑,同时,对应极线越长,极线断点越少,断线率越低;反之亦然.因此,此评价指标正确地反映了胶片密度变化的均匀性.

从以上的实验结果分析可以看出,文中的评价方法符合光楔胶片成像质量的变化规律,能够准确地反映光测胶片的成像质量.

4 结 束 语

利用 Hough 技术,对光楔胶片的感光特性曲线进行变换,实现了特性曲线斜率的自动检测,并提出断线率的评价指标,准确地表示出了胶片成像密度变化均匀性,达到光测胶片成像质量客观量化评价

的目的.因此,文中方法较传统光测胶片冲洗质量评价方法具备评价准确性强、效率高、结果唯一等特点,具有较高的实用价值.同时,该方法也可以应用到其他曲线的斜率检测上,具有一定的通用性.

参考文献

- [1] Princen J, Ling worth J, Kittler J. A formal definition of the hough transform properties and relationships [J]. Mathematical Image and Vision, 1992, 5(1):148-153.
- [2] Illingworth J, Kittler J. survey of the Hough transform [J]. CVGIP, 1988, 44:87-116.
- [3] Ballard D H. Generalizing the Hough transform to detect arbitrary shapes[J]. Pattern Recognition, 1981, 13(2): 111-122.
- [4] 王玉梅.基于模糊 C-均值聚类的靶场光测胶片成像质量检测方法[J]. 战术导弹技术, 2009(4):17-20.
- [5] Ching Y T. Detecting line segments in an image-a new implementation for Hough transform[J]. Pattern Recognition Letter, 2000, 22(3):421-429.