

文章编号: 1005-5630(2005) 02-0059-03

基于图像的自动曝光算法研究^{*}

徐培凤, 李正明, 孙 俊

(江苏大学电气信息工程学院, 江苏 镇江 212013)

摘要: 相机的曝光综合测试是相机参数测量中最为关键的参数测量之一, 相机要进行曝光的控制, 首先就要进行曝光量的测试。为了得到精确的测光, 一些相机采用测光计或其他光电设备测光, 这不但使用不方便而且使得相机的生产成本提高。因此, 对数码相机的液晶取景器上所显示的图像进行采样、处理具有很重要的意义。着重介绍了一种基于图像的自动曝光控制算法。

关键词: 自动曝光; 数码相机; 神经网络; 曝光校正

中图分类号: TN971 **文献标识码:** A

Study on auto-exposure algorithm based on images analysis

XU Pei-feng, LI Zheng-ming, SUN Jun

(College of Electronic and Information Engineering, Jiangsu University, Jiangsu 212013, China)

Abstract: In digital camera, the synthesized test of exposure is one of key parameter selections. In order to control the exposure of the camera, first of all we must test the exposure value. Some cameras are equipped with metering and photocell devices, which leads to difficult application and enhances the cost. Therefore, it is very significative to sample and process the images displayed on the liquid crystal display (LCD) of the camera. This paper presents an auto exposure algorithm based on the images displayed on the LCD of the camera.

Key words: auto-exposure; digital camera; neural network; exposure correction

1 引 言

曝光是用来计算从景物到达相机光通量大小的物理量。利用数码相机拍摄时, 只有使感光芯片 CCD/CMOS 获得正确的曝光, 才能获得高质量的照片。曝光过度, 照片看起来就太亮; 曝光不足, 照片看起来就太暗。到达 CCD/CMOS 传感器的光通量大小主要由两方面因素决定: 曝光时间的长短以及光圈值的大小。

正确的曝光值以及合适的图像亮度可以通过改变曝光时间的长短和光圈值的大小来给出。数码相机中, 快门速度以及光圈值的大小既可以由电子控制也可以机械控制。另外, 除了快门速度和光圈值, 还可以通过改变数码相机的相当感光度^[1]来控制曝光。一般来讲, 由于相机传感器在同一时间所能感受的光强是单一的, 所以对于某一指定数码相机, 其相当感光度是单一的, 一般不必过分在意。

曝光时间与曝光量之间有着一定的线性关系。与传统相机一样, 数码相机也用曝光时间来表示快门速

^{*} 收稿日期: 2004-08-26

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

作者简介: 徐培凤(1980-), 女, 江苏海安人, 硕士研究生, 主要从事数码相机方面的研究。

度(s), 即:

$$1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/15, 1/30, 1/60, 1/125, 1/250, 1/500, 1/1000, 1/2000$$

光圈大小即为光圈面积的大小, 就圆形光圈来讲, 它的级数分布为:

$$F1, F/1.4, F/2, F/2.8, F/4, F/5.6, F/8, F/11, F/16, F/22$$

对于指定大小的曝光值, 它与所对应的快门速度和光圈大小之间有着一定的函数关系:

$$EV = TV + AV \quad (1)$$

TV 为快门速度值, 它与有效曝光时间 T 之间的关系为: $TV = \log_2(1/T)$; AV 指光圈大小值, 它与镜头光圈数 A 的关系为 $AV = \log_2(A^2)$; EV 指曝光值, $EV = \log_2(A^2/T)$, 它并不代表被摄物体的亮度, 只是反映了光圈和曝光时间的组合。对于任意给定的曝光值, 均可以通过调节曝光时间和光圈大小来获得。

数码相机的自动曝光模式可以有三种:

(1) 程序设定快门速度以及光圈值大小的自动曝光模式。

(2) 快门优先模式, 这种模式通常被用来拍摄快速运动的物体, 快门速度不够快, 则只能获得模糊不清的照片。

(3) 光圈优先模式, 这种模式通常被用来控制景深, 光圈值越大, 照片景深层次越是分明。

曝光值也是图像亮度和相当感光度的函数:

$$EV = f(BV, SV) \quad (2)$$

传统相机的相当感光度一般用 ISO 值来表示, 该数值越大, 胶卷对光线的敏感程度也增加。为了便于用户理解, 企业一般将数码相机的 CCD/CMOS 感光度(或对光线的灵敏度)等效转换为传统胶卷的感光度, 因而数码相机也就有了“相当感光度”这一说法。当 ISO 值从 100 增加到 200 时, 图像的噪度和颗粒度增加了 40%^[1]。一般来讲, 当光照条件足够时, 以最小的 ISO 值来拍摄相对静止的物体, 就可以获得清晰度较高的照片。但在当光线较暗时, 尽管增加 ISO 值会增加图像的噪度, 但还是一种比较可行的方法。

由于对一指定数码相机, 一般来讲, 它的感光度是单一的, 一般不必过分在意, 所以目前自动曝光需要迫切解决的问题是: 如何确定图像亮度值 BV 跟曝光值 EV 之间的关系, 即如何确定关系式(2)中 f 。一些数码相机采用测光计或者其他光电设备来获得参照亮度, 这就要求使用对应于参照亮度的曝光值查询表格。不同测光方式给出不一样的参照亮度值, 这取决于测光计所选区域的不同。现采用的算法不使用测光设备。大多数图像都是根据中性灰或者 18% 的反光率来获得一个合适的曝光值。然而, 如果景物中具有大面积的白雪或是沙滩, 根据中性灰所得到的曝光值就过亮或者过暗。在这种情况下, 根据中性灰所获得的曝光值就不正确。这就是为什么一些相机具有手动曝光补偿的原因。还有就是如果景物中既有很亮的区域又有很暗的区域, 则很难获得合适的曝光量, 这也要求使用适当的曝光补偿。

2 已有的自动曝光算法

目前, 自动曝光控制方法基本上有两种。一种是使用参照亮度值, 把图像均匀分为许多的子图像, 每一块子图像的亮度被用来设置参照亮度值, 该参照亮度值可以通过调整光圈大小来获得^[2], 同样也可以通过设置快门速度来获得该参照亮度值^[3]。还有一些相机生产厂商采用另一种方法, 就是通过研究不同光照条件下的亮度与曝光值之间的关系来进行曝光控制^[4~6]。

这两种曝光方法都研究了大量的图像例子和许多不同的光照条件。它们都是比较强大的自动曝光控制方法。然而, 这两种方法均需要在不同光照条件下所采集的图像数据库。

3 自动曝光的神经网络算法

通过学习例子, 现设计一个 BP 神经网络模块来获得一个对应于已经设定好光圈值的曝光值^[7]。神经网络是一种包括不同层次处理单元的结构体。这些处理单元构成了通过研究事例实现非线性关系的正确工具。这种研究是通过改变处理单元之间的连接权值来实现的。在方法中, 图像亮度和曝光值之间存在一种非线性关系。在 BP 神经网络模型中, 给出一组输入-输出向量对 (x, t) , 调整神经元之间的权系数, 使

得总平均方差(Total-mean-squared-error) $TMSE$ 最小:

$$TMSE = \frac{1}{Q \times J} \sum_{q=1}^Q \sum_{j=1}^J (t_j^{(q)} - z_j^{(q)})^2$$

(3)

Q 表示事例的个数, J 为输出向量的个数, z_j 是第 j 维神经元的输出量。

如图 1 所示, 图像被分成五个区域, 中间区域、上面区域、下面区域以及两个侧面区域。这种划分方法是为了使自动曝光适合用于风景照、人物照等不同类型的照片, 不同类型的照片所需要的曝光重点不一样。每一个区域的直方图决定了各自的光通量的平均值、方差、最小值以及最大值。光通量的平均值与平均亮度以及对比度有关, 对比度是测定图像清晰度的。计算已有图像帧的同样空间信息, 将光通量和亮度的变化信息综合到神经网络中去。因此, 神经网络的输入元的数量为 20, 实验确定了决定最小均方差 $TMSE$ 的隐藏层神经元个数。所采用的神经网络包括两个隐藏层, 隐藏层中共有 20 个处理单元, 其中 15 个确定了最小 $TMSE$ 。输出神经元的个数取决于训练神经网络所得得到的曝光值。根据所采集的数据集, 曝光值从 6 变到 9, 因此以 1/3 为步长从 6 变到 9 有 10 个不同值, 这就使得输出神经元的个数为 10。

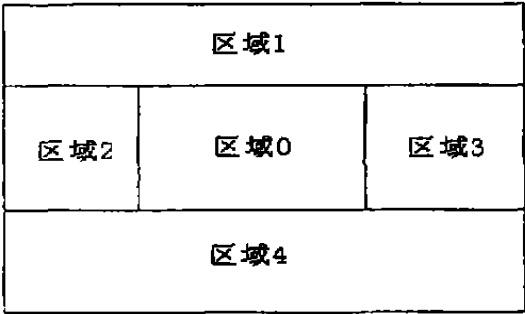


图 1 图像的划分

现采集的数据集包括 60 幅室内图像, 它们包含 300 个直方图。根据测试, 60 幅图像中, 偏离正确曝光的比率为 5%。将神经网络算法和参照亮度的自动曝光算法相比较, 神经网络算法不但在拍摄运动物体时的稳定习性要高, 而且神经网络算法与物体尺寸大小的相关性较小。

4 曝光补偿

前面已经讲过, 在光线复杂的拍摄条件下, 自动曝光就隐藏着“欺骗”性, 这就要求使用曝光记忆、曝光补偿等相机辅助功能, 从而达到精确的曝光^[8]。

5 结 论

在数码照相的过程中, 自动曝光控制技术是获得高质量摄影图像的关键技术之一。一个准确可靠的自动曝光是数字成像系统拍摄出清晰图像的前提, 否则高质量照片的拍摄只会是水中月, 镜中花。

所讨论的神经网络自动曝光算法已经成功地应用到实际的数码相机中, 获得了较好的反响。

6 参考文献

[1] 朱信诚, 吕怀俊, 等. 数码相机与图像处理[M]. 北京: 金盾出版社, 2001. 41.

[2] Mori T. Automatic exposure control apparatus[P]. US Patent: 5703644, 1997-12-30.

[3] Cho M, Lee S-G, Nam B-D. The fast auto exposure algorithm based on the numerical analysis[J]. *Proceedings of the SPIE Conference on Sensors, Cameras, and Applications for Digital Photography*, 1999, 3650: 93 ~ 99.

[4] Takagi T. Automatic exposure device and photometry device in a camera[P]. US Patent: 4984006, 1997-09-02.

[5] Fustii H, *et al.*, Automatic exposure controlling device for a camera[P]., US Patent: 5452047, 1995-09-19.

[6] Sampat N, Venkataraman S, Yeh T, *et al.*, System implications of implementing auto-exposure on consumer digital cameras[J]. *Proceedings of the SPIE Conference on Sensors, Cameras, and Applications for Digital Photography*, 1999, 3650: 100 ~ 107.

[7] Simon H. 神经网络原理[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.

[8] 关文俊, 等. 现代相机自动曝光的辅助功能[J]. 哈尔滨师范大学自然科学学报. 2001, 17(1): 56 ~ 58.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net