

不同插值方法实现数字图像旋转研究

袁凤刚,刘建成

(中南大学,湖南 长沙 410075)

摘要:随着数字图像技术的发展,数字图像处理广泛应用于几乎所有与图像处理有关的领域。图像的几何变换是数字图像处理中一个基本的、非常重要的变换,而旋转变换是几何变换中最复杂的变换。分析了图像旋转的几何原理,并对图像旋转中用到的插值处理方法,即:最近邻法、双线性插值法和双三线性插值法,进行了比较和分析,在此基础上对其应用进行了阐述。

关键词:图像旋转;最近邻;双线性;双三线性

中图分类号:TP391.41

文献标识码:A

文章编号:1672-7800(2010)04-0187-02

0 引言

近几十年来,随着相关学科的发展,以及各领域对图像处理要求的提高,数字图像处理技术得到了更加深入、广泛和迅速的发展。图像旋转是一种常用的数字图像处理技术,目前已广泛地应用于军事、航空、生物医学等方面。由于在图像旋转变换的过程中要用到浮点运算,原始图像为整数的像素坐标 (x, y) ,变换为目标图像的位置坐标并非整数,反之亦然。因此,图像的旋转变换包括坐标的几何运算和对运算结果的插值处理两个方面,并且根据选择插值方法的不同,得到的旋转效果也不同。

1 图像旋转的几何原理

旋转有一个绕着什么转的问题,通常的做法是以图像的中心为圆心旋转。在图1所示的坐标系A中,以图像的中心为原点O,向右为x轴正方向,向下为y轴正方向,点 (x_0, y_0) 顺时针旋转 α 角后坐标变换为 (x_1, y_1) 。设r为点 (x_0, y_0) 到原点 $(0, 0)$ 的距离,在旋转过程中,r保持不变,B为r与x轴之间的角度,则有:

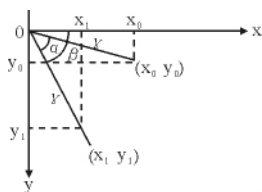


图1 旋转示意

旋转 α 角度后:

$$x_1 = r * \cos(\beta); y_1 = r * \sin(\beta)$$

旋转前:

$$\begin{aligned} x_0 &= r * \cos(\beta - \alpha) \\ &= r * \cos(\beta) * \cos(\alpha) + r * \sin(\beta) * \sin(\alpha) \\ &= x_1 * \cos(\alpha) + y_1 * \sin(\alpha); \\ y_0 &= r * \sin(\beta - \alpha) = r * \sin(\beta) * \cos(\alpha) - r * \cos(\beta) * \sin(\alpha) \\ &= -x_1 * \sin(\alpha) + y_1 * \cos(\alpha); \end{aligned}$$

以矩阵的形式表示为:

$$\begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & \sin(\theta) & 0 \\ -\sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

公式(1)的逆变换为:

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) & 0 \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

例如,图2中 O_BABC 绕 O_A 顺时针旋转 θ 度后,图像变为 $OA_1B_1C_1$,可以看出,旋转后的图像变大了。若保持原图像大小,可以把转出的部分裁剪掉。

如果以图像的左上角点为原点,向右为x轴正方向,向下为y轴正方向,记为坐标系B。设图像的宽为w,高为h,两种坐标系间的转换关系如图2所示。则有:

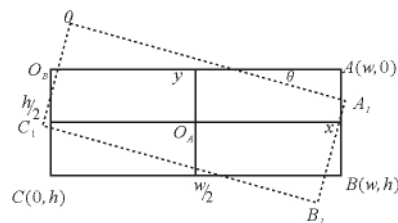


图2 图的旋转及两种坐标系间转换关系

$$x_A = x_B - 0.5w, y_A = y_B - 0.5h$$

作者简介:袁凤刚(1982),男,山东日照人,中南大学信息科学与工程学院硕士研究生,研究方向为数字图像处理;刘建成(1964),男,湖南益阳人,博士,中南大学副教授,硕士生导师,研究方向为机器学习、模式识别。

以矩阵的形式表示为:

$$\begin{pmatrix} x_A \\ y_A \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -0.5\omega \\ 0 & 1 & -0.5h \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} x_B \\ y_B \\ 1 \end{pmatrix} \quad (3)$$

公式(3)的逆变换为:

$$\begin{pmatrix} x_B \\ y_B \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -0.5\omega \\ 0 & 1 & -0.5h \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} x_A \\ y_A \\ 1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

于是,坐标系 B 中图像的旋转变换可分为 3 步:①应用公式(3),将坐标系 B 变成坐标系 A;②应用公式(2),在坐标系 A 中将该点顺时针旋转角;③应用公式(4),将坐标系 A 变回坐标系 B。这样,我们就得到了变换矩阵,是上面 3 个矩阵的级联。

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -0.5w_2 \\ 0 & 1 & -0.5h_2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) & 0 \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (5)$$

其中, w_1, h_1 表示原图的宽和高, w_2, h_2 表示新图的宽和高。

公式(5)的逆变换为:

$$\begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0.5w_1 \\ 0 & 1 & 0.5h_1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} \cos(\theta) & \sin(\theta) & 0 \\ -\sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (6)$$

这样,对于新图中的每一点 (x_1, y_1) , 可以根据公式(6)求出对应原图中的 (x_0, y_0) , 得到它的灰度, 如果超出原图范围, 则填成白色。

要注意的是, 原始图像的像素坐标为整数, 由于有浮点运算, 变换后的目标图像的坐标位置可能不是整数。所以, 图像的旋转处理, 除了要进行几何运算, 还需要对目标图像的坐标位置进行插值处理。

2 常用的插值方法

常用的插值方法有 3 种: 最近邻法、双线性插值法和双三

插值法。

2.1 最近邻法

最近邻法是一种简单的插值方法, 它是通过计算于点 (x_0, y_0) 邻近的 4 个点, 将与点 (x_0, y_0) 最近的整数坐标点的像素值取为 (x_0, y_0) 点的像素值。

2.2 双线性插值法

对于一个目的像素, 通过反向变换得到浮点坐标 $(x+u, y+v)$, 其中 x, y 均为非负整数, u, v 为 $[0, 1]$ 区间的浮点数, 则这个像素的值可由源图中坐标为 $(x, y), (x+1, y), (x, y+1), (x+1, y+1)$ 4 个点所对应的像素的值确定, 即: $f(x+u, y+v) = (1-u)(1-v)*f(x, y) + (1-u)v*f(x, y+1) + u(1-v)*f(x+1, y) + uv*f(x+1, y+1)$ 。其中, $f(x, y)$ 代表源图像 (x, y) 处的像素值, 以此类推。

这就是双线性插值法, 它考虑到了点 (x, y) 的 4 个直接邻点对它的影响, 因此一般可以得到令人满意的插值效果。

2.3 双三插值法

双线性插值法考虑到浮点坐标 $(x+u, y+v)$ 的 4 个直接邻点对它的影响, 而双三插值法则考虑到该点周围 16 个邻点对它的影响。目标坐标的像素值可由如下的公式得到: $f(x+u, y+v) = ABC$ 。

其中:

$$A = \begin{vmatrix} S(u-1) & S(u) & S(u+1) & S(u+2) \end{vmatrix}$$

$$B = \begin{vmatrix} f(x-1, y-1) & f(x-1, y) & f(x-1, y+1) & f(x-1, y+2) \\ f(x, y-1) & f(x, y) & f(x, y+1) & f(x, y+2) \\ f(x+1, y-1) & f(x+1, y) & f(x+1, y+1) & f(x+1, y+2) \\ f(x+2, y-1) & f(x+2, y) & f(x+2, y+1) & f(x+2, y+2) \end{vmatrix}$$

$$C = \begin{vmatrix} S(v+1) & S(v) & S(v-1) & S(v-2) \end{vmatrix}^T$$

插值函数 $S(x) = \sin(\pi x) / \pi x$ 可以采用以下多项式近似。

$$S(x) = \begin{cases} 1 - 2|x|^2 + |x|^3, & (0 \leq |x| < 1) \\ 4 * 8|x| + 5|x|^2 - |x|^3, & (0 \leq |x| < 2) \\ 0, & (|x| \geq 2) \end{cases}$$

2.4 三种插值方法分别逆时针旋转 6 度处理后的效果图



图 1 效果图

由以上几幅图可以看到, 用最近邻法得到的图像质量最差, 其图像上面呈现出明显的锯齿状纹理, 特别在像素差别比较大的地方明显。用双三次插值法得到的图像纹理最清晰, 质

基于神经网络的图像颜色测温研究

苏义鑫,张 婷,何国星

(武汉理工大学 自动化学院,湖北 武汉 430070)

摘 要:鉴于高温物体的颜色与其温度之间存在某种非线性关系,用数码相机对高温物体发出的颜色光进行标定得到颜色的特征参数,再利用神经网络的非线性逼近能力即可得到温度值。通过分别训练 BP,RBF 和小波神经网络,分析比较三种网络在图像颜色测温中对温度的拟合。

关键词:图像测温;非线性逼近;神经网络

中图分类号:TP751

文献标识码:A

文章编号:1672-7800(2010)04-0189-03

0 引言

随着自动化程度的提高和对产品质量要求的提高,准确、快速地测温和控温要求越来越高,温度的测量已经成为科学研究的重要课题之一。尤其是高温方面的测量,实现起来难度很大,已经引起了国内外的广泛关注。由于物体图像颜色与温度之间存在一种十分复杂的非线性映射关系,将神经网络引

入来实现图像对温度的测量不失为一种好方法。

1 测温的基本原理

对于一般物体辐射及其分布可以用 Planck 定律来描述: $E(\lambda, T) = \varepsilon_\lambda C_1 / \lambda^5 [\exp(C_2 / \lambda T) - 1]$, 其中: C_1 为 Planck 第 1 常数; C_2 为 Planck 第 2 常数; $E(\lambda, T)$ 为单色辐射强度; T 为绝对温度; ε_λ 为单色辐射率; λ 为波长。物体的单色辐射率一般表现为

量最好,双线性插值法得到的图像的质量介于两者之间。

2.5 三种插值方法的比较

表 1 三种插值方法比较

插值方法	性能特点
最近邻法	处理时间最短,实时性比较好,但得到的图像质量不高,在旋转的过程中容易产生锯齿状边界。适用于要求旋转实时性高,但对图像质量要求不高的程序
双线性	相对最近邻插值法,其速度慢,但是得到的图像质量高,纹理较清晰,能满足大多数程序的要求。
双三线性	处理速度最慢,但相应的得到的图像的质量最高,适用于对图像质量要求比较高的程序,一般很少使用。

同的插值方法,对于我们编写算法程序有很大的帮助。

参考文献:

- [1] 尤玉虎,周孝宽.数字图像最佳插值算法研究[J].中国空间科学技术,2005(3).
- [2] 杨淑莹.VC++图像处理程序设计[M].北京:清华大学出版社,2005.
- [3] 龚声蓉,刘纯平,王强.数字图像处理与分析[M].北京:清华大学出版社,2006.
- [4] 陈天华.数字图像处理[M].北京:清华大学出版社,2007.
- [5] 夏德深,傅德胜.计算机图像处理及应用[M].南京:东南大学出版社,2004.
- [6] 姚敏.数字图像处理[M].北京:机械工业出版社,2006.
- [7] 郎锐.数字图像处理学 Visual C++实现[M].北京:希望电子出版社,2003.
- [8] [美]KENNETH R.CASTLEMAN.数字图像处理[M].朱志刚,译.北京:电子工业出版社,2002.
- [9] RAFAEL C.GONZALEZ.Digital Image Processing (Second Edition) [M].阮秋琦,阮智宇,译.北京:电子工业出版社,2004.

(责任编辑:杜能钢)

3 结束语

本文详细论述了数字图像旋转的几何原理,以及常用的 3 种插值方法在数字图像旋转中应用,介绍了 3 种插值方法的特点。这 3 种插值方法不仅适用于图像旋转处理,也适用于其它的数字图像处理技术。深刻理解图像处理的理论依据,掌握不