

说明书

一种基于边缘寻找的联合插值旋转算法

技术领域

本发明涉及图像处理技术领域，具体涉及一种基于边缘寻找的联合插值旋转算法。

背景技术

图像旋转技术在医学影像处理、遥感图像处理、数字娱乐以及基于视觉的无人机系统等领域被广泛应用。目前经典的插值图像旋转算法主要有：最近邻点插值法，双线性插值法双三次插值法，双三次样条插值法，边缘自适应插值法等。这些传统的图像插值通常是采用单一的插值模型逼近原图像，忽视了图像的边缘区域，没有针对性的对边缘区域与非边缘区域进行分模型插值旋转。

近年来，有学者提出改变图像的代表模型，通过平面插值与球面插值对图像进行插值旋转，它在插值方法变化时会遗漏一些像素点，导致旋转后图像质量不佳。康牧等在《一种基于抑制理论的图像旋转算法》中，利用调色板信息避免颜色失真，借鉴移植理论消除锯齿边缘现象，但其算法复杂度较高。高成敏等在《双三次卷积模板算法》中指出，双三次插值算法进行离散化处理，得到的 16 个模板与邻域像素的灰度值进行卷积计算，有较好的效果。但因为这个算法对像素点进行离散化处理，忽略了边缘的高密集处，使得该区域因离散化处理，旋转的图像细节丰富处后变得模糊。

发明内容

鉴于以上技术问题，本发明的目的是针对现有技术的缺陷，提供了一种基于边缘寻找的联合插值旋转算法。

本发明采用以下技术方案：

一种基于边缘寻找的联合插值旋转算法，包括以下步骤：

步骤 1，取待旋转图像 A 的一个像素点，计算旋转后向前映射的像素点位置；

步骤 2，采用边缘寻找的方式，判断步骤 1 中的像素点是否为边缘像素点；

步骤 3，根据步骤 2 中的结果，采用不同的计算方式：

S1、目标像素点为边缘像素，则采用双三次 B 样条函数插值旋转；

S2、目标像素点为非边缘像素，将其进行双线性插值旋转；

步骤 4，重复步骤 1-3，直至处理完原图像中所有像素点后，即得旋转后的图像。

本发明的有益效果是：

本发明提出的基于边缘寻找的联合插值旋转算法，与已有的双线性插值旋转、双三次 B 样条插值旋转方法相比，本发明通过边缘检测算子作为寻找边缘的依据，对一些细节纹理丰

说明书

富的图像增加边缘寻找频率，改变边缘检测算子方法来获得更完整的边缘区域，同时通过扩大寻找边缘策略的方法，增加了方向寻找，减少寻找判断次数，扩大寻找边缘采样点。通过本方法旋转的图像的边缘清晰，耗时短，避免了双线性插值旋转图像边缘模糊的问题，同时避免了双三次 B 样条插值旋转计算时间较长的缺点，具有较好的应用价值。

附图说明

图 1 为本发明的步骤框图；

图 2 为本发明方法、双线性插值以及双三次 B 样条插值法旋转图片的示意图；

图 3 为本发明方法、双线性插值以及双三次 B 样条插值法旋转图片的局部放大示意图。

具体实施方式

为了对本发明的技术特征、目的和有益效果有更加清楚的理解，现对本发明的技术方案进行以下详细说明，但不能理解为对本发明的可实施范围的限定。

实施例 1

一种基于边缘寻找的联合插值旋转算法，包括以下步骤：

步骤 1，取待旋转图像 A 的一个像素点，计算旋转后向前映射的像素点位置；

步骤 2，采用边缘寻找的方式，判断步骤 1 中的像素点是否为边缘像素点；

步骤 3，根据步骤 2 中的结果，采用不同的计算方式：

S1、目标像素点为边缘像素，则采用双三次 B 样条函数插值旋转；

S2、目标像素点为非边缘像素，将其进行双线性插值旋转；

步骤 4，重复步骤 1-3，直至处理完原图像中所有像素点后，即得旋转后的图像 A'。

步骤 2 中，首先采用 4 点边缘寻找法判断目标像素点是否为边缘像素点，若不是，则采用扩大边缘像素点的寻找方式判断其是否为边缘像素点，采用任一种方法判断出目标像素点为边缘像素点，则采用步骤 3 的 S1 进行插值旋转，否则采用步骤 3 的 S2 进行插值旋转。

所属步骤 3 中，4 点边缘寻找法为：对于目标点 (i, j) ，选取 $(i, i+1) \times (j, j+1)$ 4 个采样点，根据 Roberts 算子计算方法得出以下公式：

$$\begin{cases} G_x = f(i, j) - f(i+1, j+1) \\ G_y = f(i+1, j) - f(i, j+1) \\ |G_{(x,y)}| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \end{cases}$$

式中， G_x 表示 x 方向梯度，

说 明 书

G_y 表示 y 方向梯度,

$G_{(x,y)}$ 为图像的梯度幅值;

选择阈值 τ , 若 $G_{(x,y)} > \tau$, 则 (i, j) 为边缘点; 反之, (i, j) 为非边缘点。

扩大边缘像素点的寻找方式为: 选取以 (i, j) 为中心点的 3×3 范围内的 9 个像素点, 通过 Roberts 算子计算出像素点 $(i-1, j-1)$ 和 $(i+1, j+1)$ 的梯度增幅值, 若两者的梯度增幅值均大于阈值 τ , 则像素点 (i, j) 也为边缘点。

步骤 3 中, 双三次 B 样条函数插值旋转得具体步骤如下:

设原图像像素为 $\{A_{ij}\}$, 其中 $i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n$; 若被插值点 $P(x, y)$ 在区域 $\begin{bmatrix} A_{i,j} & A_{i,j+1} \\ A_{i+1,j} & A_{i+1,j+1} \end{bmatrix}$ 内, 则以 $A = \begin{bmatrix} A_{i-1,j-1} & A_{i-1,j} & A_{i-1,j+1} & A_{i-1,j+2} \\ A_{i,j-1} & A_{i,j} & A_{i,j+1} & A_{i,j+2} \\ A_{i+1,j-1} & A_{i+1,j} & A_{i+1,j+1} & A_{i+1,j+2} \\ A_{i+2,j-1} & A_{i+2,j} & A_{i+2,j+1} & A_{i+2,j+2} \end{bmatrix}$ 为单元构造双三次样条插值函数;

基于 B 样条基函数分别对 x 方向, y 方向进行插值, 简化后的插值计算式如下,

$$f(x, y) = [B_0(x) \ B_1(x) \ B_2(x) \ B_3(x)] \\ A [B_0(y) \ B_1(y) \ B_2(y) \ B_3(y)]^T$$

上式中形如 $B_t(Z)$ 的公式为 B 样条基函数, 式中 $\{z=x \text{ 或 } y; t=0, 1, 2, 3\}$, 当 t 值不同时, B 样条基函数代表的意义也有所不同, 具体如下所示:

$$\begin{cases} B_0(z) = (1-z)^3 / 6 \\ B_1(z) = (3z^3 - 6z^2 + 4) / 6 \\ B_2(z) = (-3z^3 - 3z^2 + 3z + 1) / 6 \\ B_3(z) = z^3 / 6 \end{cases}$$

式中, $f(x, y)$ 表示被插值点坐标为 (x, y) 处的像素, 通过下式计算出旋转后的点像素表示为 $f_B(P')$,

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

式中， x_0 、 y_0 为分别为旋转前目标像素点的横坐标和纵坐标，

x_1 、 y_1 为旋转后目标像素点的横坐标和纵坐标；

θ 为旋转前目标像素点和旋转中心形成的直线与旋转后目标像素点和旋转中心形成直线之间的夹角。

双线性插值旋转的具体步骤如下：

首先在 x 方向进行线性插值，得

$$\begin{cases} f(R_1) \approx \frac{x_2 - x}{x_2 - x_1} f(Q_{11}) + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} f(Q_{21}) \\ f(R_1) \approx \frac{x_2 - x}{x_2 - x_1} f(Q_{12}) + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} f(Q_{22}) \end{cases}$$

然后在 y 方向进行线性插值，得

$$f(P) \approx \frac{y_2 - y}{y_2 - y_1} f(R_1) + \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} f(R_2)$$

式中， Q_{11} 、 Q_{21} 、 Q_{12} 和 Q_{22} 分别为像素点 P 最接近相邻的 4 个像素点，其中，4 个像素点的坐标如下： $Q_{11}(x_1, y_1)$ 、 $Q_{12}(x_1, y_2)$ 、 $Q_{21}(x_2, y_1)$ 、 $Q_{22}(x_2, y_2)$ 。

$f(P)$ 表示为像素点 P ，坐标 (x, y) 处的像素值，通过下式计算出旋转后的 P' 点像素表示为 $f(P')$ ：

$$\begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

旋转后的图像 A' 表示为：

$$\{A'\} = \sum f(P') + \sum f_B(P')。$$

为了进一步说明本发明的优越性，下面通过具体实例来进行说明。

说明书

以 Lena 图像为例，分别对其采用双线性插值、双三次 B 样条插值和本发明的方法分别进行图像旋转，最终的结果如图 2 所示，其中（a）为原图像，（b）为采用本发明算法的旋转结果图，（c）为采用双三次 B 样条插值的旋转结果图，（d）为采用双线性插值的旋转结果图。

1、图像处理效果分析

由于旋转后的图像和原图像的维度不同，这里直接将旋转后的图像视为“原图像”。与各插值旋转后的图像进行比较，得到 PSNR 值、MSE 值和 MSSIM 值，其中，三者的计算方法分别如下：

$$PSNR = 10 \lg \frac{255^2 MN}{MSE}$$

$$MSE = \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=1}^{N-1} (f_{ij} - f'_{ij})^2$$

PSNR 值越高，MSE 值越低，表示经过插值旋转后图像与原图像越接近，旋转图像视觉感知越好，图像质量更好。

$$MSSIM(X, Y) = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m SSIM(x_i, y_j)$$

其中，

$$\left\{ \begin{array}{l} SSIM = \frac{(2\mu_x\mu_y + C_1)(2\sigma_{xy} + C_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2)} \\ \mu_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N x_i, \mu_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N y_i \\ \sigma_x = \left(\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu_x)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \\ \sigma_y = \left(\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^N (y_i - \mu_y)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \\ \sigma_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y) \end{array} \right.$$

$MSSIM(X, Y)$ 值越大，图像相似度越高，表示旋转后的图像效果越好，主观视觉更佳。在本实施例中，MSSIM 值的计算参数为：n = 8，C1 = 0.0001，C2 = 0.0009，最终各值的计算结果如下表所示。

表 1 三种旋转算法的图像质量评价结果

说明书

方法	PSNR	MSE	MSSIM
双线性插值旋转	29.6512	48.5233	0.521129
双三次 B 样条插值旋转	31.7742	41.0156	0.600154
本文算法插值旋转	31.6968	41.1910	0.606597

由表 1 中各评价指标结果可以看出, 本文算法的 PSNR 值远远优于双线性插值旋转算法, 仅仅比双三次 B 样条插值旋转算法低 0.0744, 说明本文算法在旋转图片质量上与双三次 B 样条插值旋转算法极为接近。通过 MSSIM 评价指标结果表明, 本文算法在主观视觉上比双线性插值旋转和双三次 B 样条插值旋转都要好。

2、视觉效果分析

为了呈现图像的视觉效果, 对旋转后的图像进行部分放大处理, 最终结果如图 3 所示, 其中, (a) 为本发明的基于边缘寻找的联合插值旋转图像, (b) 为双三次 B 样条插值旋转图像, (c) 为双线性插值旋转图像。

从图中的帽檐周围可以看出, 图 (c) 中实用的双线性插值旋转算法实验结果存在较为明显的帽檐边缘模糊现象, 且帽檐边缘存在“毛刺”和锯齿, 效果较差。图 (b) 图片质量相对图 (c) 有较好的提升, 帽檐边缘模糊现象减少, 但仍然存在少量的“毛刺”和锯齿。图 (a) 与图 (b) 相比, 图像整体效果有较明显的差别, 帽檐边缘的模糊现象几乎不存在, 也不存在“毛刺”和锯齿。说明本发明的方法其中体视觉效果由于双线性插值旋转和双三次 B 样条插值旋转。

3、耗时分析

针对原图像 Lane 采用三种旋转算法进行旋转, 对三种算法的运行时间进行了测试, 如表 2 所示

表 2 三种算法的运行时间表

算法	运行时间/ms
双线性插值旋转	62.5
双三次 B 样条插值旋转	547.3
本文算法插值旋转	433.1

可以从表中数据看出, 在时耗方面远优于双三次 B 样条插值旋转, 将近减少约四分之一。

综上, 通过本发明的方法进行图像旋转, 在图像质量与双三次 B 样条算法极为接近的情况下, 其视觉效果相对较好, 同时在计算时间上大幅减少。

本发明在上文已优选实施例公开, 但是本领域的技术人员应理解的是, 这些实施例仅用

说 明 书

于描述本发明，而不应理解为限制本发明的范围。在不脱离本发明原理的前提下，对本发明的进一步改进也应视为在本发明的保护范围内。