图像对齐的偏微分方程方法及基于对齐的图像插值

郑艳梅

摘要

图像对齐是图像处理中的一个基本问题, 它在图像三维重构、计算机视觉、遥感融合、模式识别、医学图像处理等众多领域内有广泛的应用. 本文主要研究图像的柔性对齐问题. 与刚性对齐相比, 柔性对齐在模型上比较复杂, 没有成熟且能普遍适用的方法, 但在相关领域应用中, 不论是医学图像重建, 三维可视化, 还是遥感图像传输结果分析中, 又是亟待解决的问题.

在本文第二章中我们提出了一种基于 B 样条表示的关于二维图像柔性对齐均方差模型. 实验证明, 我们的方法相当稳定, 适用于两幅图像间存在大变形差异和小变形差异的各种情形, 在不同的实验中都能得到令人满意的结果. 与现存两种比较流行的方法 Sorzano *et al*. 的方法与 Clarenz *et al*. 的方法相比, 我们的对齐结果更逼近目标图像, 具有明显优势.

当拟对齐图像因曝光度不同而存在一定色差时, 第二章中所用模型已不适用, 我们必须重新寻找新的合适的模型. 在第三章中我们提出一种能够屏蔽色差的互相关模型. 通过实验比较分析可知, 在两拟对齐图像不存在色差时, 两种方法效果难分伯仲; 但当存在色差时, 互相关模型就突显其优势.

两种模型各有优缺点. 均方差模型相对而言计算量少, 但是不适用于两幅图像存在色差情形; 而互相关模型则不受色差影响, 即使在不存在色差的情况下, 对齐效果依然不逊于均方差模型, 但由于模型自身的原因, 计算量高于均方差模型. 基于上述两种模型的优缺点, 我们在第三章最后给出判断方法, 在两种模型间实现自适应选择, 若存在色差使用互相关方法, 反之则使用均方差方法.

在上述两种模型求解中, 我们通过全变分方法得到了两种 L^2 梯度流, 两种算法都基于有限维 B 样条基函数构成的空间, 在时间方向上使用向前欧拉格式, 空间方向上使用有限元离散化. 在时间步长的选取上, 我们推导出了自适应计算时间步长 τ 的公式, 实现了时间步长的自动选取. 另外, 在计算过程中, 为提高计算速度, 我们使用第七章所述相关计算技巧. 为了使整个过程更加合理, 避免陷入局部极值, 我们采用多尺度表示方法从大特征到小细节逐层进行对齐的策略.

我们在第四章中提出刚柔并用对齐方法. 针对只存在刚性变换的对齐过程, 我们的方法将会迅速正确对齐两幅图像, 如果刚性对齐过程不能达到理想的对齐结果, 柔性对齐将是很好的补充; 如果两幅图像不存在刚性变换, 则刚柔并用对齐模型即为柔性对齐模型, 刚性对齐过程在此充当了柔性对齐的预处理.

在第五章中, 我们提出一种基于对齐的图像插值方法. 首先, 进行图像对齐以得到两幅图像间的具有 C^2 连续性质的对应映射 x; 然后, 利用所得结果映射对初始图像进行插值以

得到任意时刻所对应的插值结果. 通过与线性插值方法进行对比, 发现应用我们的插值方法所得到的序列图像更加合理.

本文最后将前面所介绍的二维对齐模型, 图像插值方法推广到三维, 并给出初步实验结果.

关键词: 柔性对齐, 均方差模型, 互相关模型, 相似性测度, 图像插值.