

离数值图像,其中 0 表示特征点,非零整数表示和最近的特征点的距离.常用的距离变换^[2,3]有:城区距离(City block)、棋盘距离(Cheesboard)、八角变换(Octagonal)、倒角变换(Chamfer)和几何变换(Euclidean)等.

现介绍一种简单实用的基于城区距离的距离变换,具体算法如下:

1. 对于等间距的医学断层图像,沿着轴向的正、负坐标的方向,做如下迭代:

$$\text{正向: } F_n = \min\{F_{n-1} + s, F_n\}, \text{ For } n = 1 \cdots M$$

$$\text{反向: } F_n = \min\{F_{n+1} + s, F_n\}, \text{ For } n = M \cdots 1$$

2. 对于非等间距的医学断层图像,只要将上式改为:

$$\text{正向: } F_n = \min\{F_{n-1} + s_{n-1}, F_n\}, \text{ For } n = 1 \cdots M$$

$$\text{反向: } F_n = \min\{F_{n+1} + s_n, F_n\}, \text{ For } n = M \cdots 1$$

s 表示轴向的步长; s_n 表示第 n 层断层图像和第 $n+1$ 层断层图像之间的轴向步长.

3.2 单纯形调优法

非线性规划是运筹学的一个重要分支,主要研究极值问题和约束极值问题的理论和算法.在本文的配准中,都存在一个目标优化问题,最终来确定变换的参数.本文采用在 Nelder 和 Mead^[5,6]单纯形优化方法上进行改进,优点是不需要计算目标函数的导数.

3.3 配准方法

图像的距离空间是图像利用特征点生成的关于坐标空间的函数,图像中任意一点的距离空间值表示为和最近的特征点的距离.当两个物体匹配时,它们特征点集之间的距离应该接近于零.算法上只要将物体 1 的特征点,生成一个三维的距离空间,再设计物体 2 的特征点的初始映射变换,优化搜索出最佳映射变换,生成的目标函数值应该趋近于零,这就是要寻找的变换.

4 实验结果及讨论

我们对同一头部模型进行假想的映射变换,再利用上述的配准方法,进行计算比对.

4.1 实验结果

4.1.1 图像表述物体中存在噪声误差的配准:幅度不同:5%、15%、25%

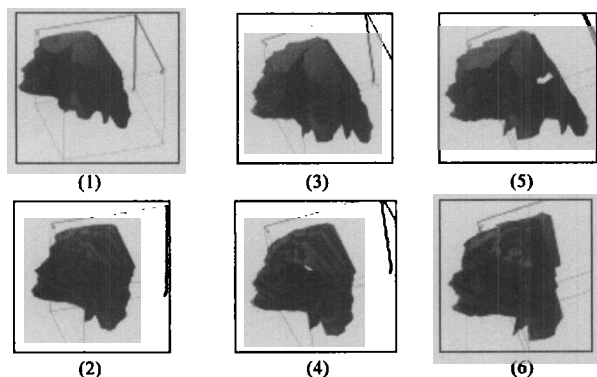


图 1 叠加噪声的配准测试

对配准的目标物体进行了叠加白噪声处理,幅度为图像尺寸的 5%、15%、25%,结果表示为表 1 和图 1;位移、旋转角度和比例的误差,显然也随着噪声幅度的增加,逐渐增大;但配准仍然达到比较好的结果.1、2 表示叠加 5% 噪声的配准前后示意图;3、4 表示叠加 15% 噪声;5、6 表示叠加 25% 噪声.

4.1.2 部分和整体的配准

将局部和整体进行配准,形状进行随意性的选择.具体的配准情况直观显示见表 2 和图 2.配准的总体情况也是令人满意的,基本上特征点越多,配准就显得越精确.1、3、5 表示配准前;2、4、6 表示配准后的情况.

表 1 叠加噪声的配准测试

测试序数	1 - 5%	2 - 15%	3 - 25%
已知数据			
t_x, t_y, t_z		-18, 7, 6	
a_1, a_2, a_3		25, -3, 19	
s_x, s_y, s_z		0.01, 0.2, -0.1	
测试结果			
t_x, t_y, t_z	-17.98, 6.989, 5.890	-17.95, 6.953, 5.807	-18.00, 7.010, 5.607
a_1, a_2, a_3	24.55, -3.50, 18.98	24.62, -2.69, 18.67	27.00, -2.00, 19.000
s_x, s_y, s_z	0.008, 0.202, -0.099	0.006, 0.193, -0.099	0.040, 0.139, -0.100

表 2 部分和整体的配准

测试序数	测试一	测试二	测试三
已知数据			
t_x, t_y, t_z		-23, 18, 10	-23, 10, 34
a_1, a_2, a_3		12, -15, 25	13, -15, 25
s_x, s_y, s_z		0.1, 0.04, -0.15	0.1, 0.1, -0.1
测试结果			
t_x, t_y, t_z	-22.36, 20.41, 10.76	-23.47, 16.53, 10.35	-21.38, 10.88, 35.14
a_1, a_2, a_3	12.47, -15.19, 25.04	12.25, -14.89, 25.01	13.00, -15.19, 25.31
s_x, s_y, s_z	0.11, 0.03, -0.14	0.10, 0.05, -0.14	0.10, 0.08, -0.10

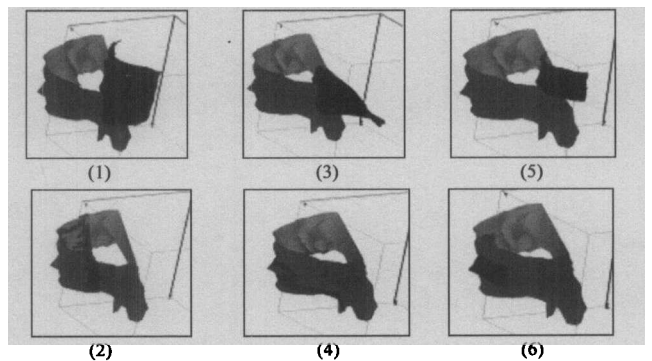


图 2 部分和整体的配准

4.2 讨论与结论

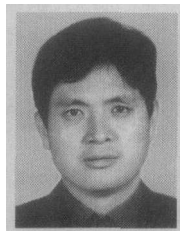
在实际配准搜索中,通常会指定一个目标函数值作为终止条件,再指定变换点集的收缩程度作为一个终止条件,这样可能会导致达到一个极小值,而无法达到最小值.这样就不得不对单纯形的方法进行改进,采用终止条件多样化的方法.在原来的基础上,再增加几个方向搜索的跨度,即在搜索点集收缩到一点时,在点集维数的各个方向上,按顺序依次逐步增加各个方向的跨度步长,一直寻找到更小的目标函数值,再重新开始新的起点的搜索.

以上讨论的主要是线性变换的配准问题,对于非线性的配准,此方法是否可行?仍然有很多的工作要做.

参考文献:

- [1] H G Barrow, J M Tenenbaum, R C Bolles. Parametric correspondence and chamfer matching: Two new techniques for image matching [R]. in Proc. 5th Int. Joint Conf. Artificial Intelligence, Cambridge, MA, 1997. 659 - 663.
- [2] G Borgefors. Distance transformation in digital image [J]. computer vision, graphics, and image procession, 1986, 34: 344 - 371.
- [3] Gunilla Borgefors. Distance transformation in arbitrary dimension [J]. Comput. Vision, Graphics, and Image Procession, 1984, 27: 321 - 345.
- [4] G Borgefors. Hierarchical chamfer matching: a parametric edge matching algorithm [J]. IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1988, PAMI-10: 849 - 865.
- [5] 陈开明. 非线性规划 [M]. 上海: 复旦大学出版社, 1991. 183.
- [6] 胡柳达. 非线性规划 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1990. 190 - 192.

作者简介:



葛云男, 1970 年生于江苏扬州, 2001 年毕业于东南大学生物医学工程系, 获博士学位; 毕业后任教于南京大学电子工程系; 目前主要从事医学物理、图象处理、计算机视觉、放射治疗、手术辅助系统等方面的研究。

舒华忠 男, 江西上饶人, 1965 年 5 月生, 东南大学生医系博导, 教授。

罗立民 男, 江西九江人, 1956 年 7 月生, 东南大学生医系博导, 教授。

www.cnki.net