

Image Cutting Splicing Fitting Algorithm Based on Child Growth*

Zhengye Guo¹, Wenqiang Hu¹, Lijin Zhu²

¹College of Software, University of Science and Technology, Wuhan

²The Library, University of Geosciences, Wuhan

Email: 1322158557@qq.com

Received: May 22nd, 2013; revised: Jun. 11th, 2013; accepted: Jun. 18th, 2013

Copyright © 2013 Zhengye Guo et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: In medical research, how to judge children's bone health is a very complicated process. Healthy growth of children's hip bone is also an important factor which affects children's growth and development. So early detection and judgment on bone problems have a decisive influence on children's growth. Traditional bone growth detection relies on eye estimation of CT, X-ray images, which can't quantitatively and accurately determine bone development and can't provide a wealth of reference data for late medical diagnosis. Therefore, combined with image knowledge, the study on medical detection method of bone growth is a hot spot in medical research. Using powerful advantages of MATLAB in image processing, fast cutting, splicing, fitting and best point detection on child hip image can be achieved on computers. Through calculating arc formed by the two bones which fitting out to be the center of the ellipse, we can use the result to analyze inosculation of the two bones and to provide information for judging child bone development situation.

Keywords: Child Growth Detection; Image Cutting; Image Fitting; Image Splicing

基于儿童生长发育检测的图像切割拼接拟合算法*

郭政业¹, 胡雯蔷¹, 朱李瑾²

¹华中科技大学软件学院, 武汉

²中国地质大学图书馆, 武汉

Email: 1322158557@qq.com

收稿日期: 2013年5月22日; 修回日期: 2013年6月11日; 录用日期: 2013年6月18日

摘要: 在医学中, 判断儿童骨骼发育健康状况是一个非常复杂的过程, 而儿童髋骨健康生长, 更是影响儿童生长发育的一个重要因素。因此对问题骨骼的早期检测判断对儿童的生长发育有决定性的影响。传统的骨骼成长状况检测单纯依靠人眼估算 CT、X 光图片, 不能定量精确地确定对骨骼的发育情况进行评测, 无法为后期医学诊断提供丰富的参考数据。因此结合图形图像学知识, 对骨骼生长的医学检测方法的研究是医学研究中一个热点。本文利用 MATLAB 在图像处理方面的强大优势, 在计算机上实现了对儿童髋骨图像快速的切割、处理、拼接以及最佳点拟合检测, 并通过计算两块骨头所形成的圆弧所拟合出椭圆的圆心的吻合度来分析两块骨骼的吻合度, 为判断儿童骨骼发育状况提供信息。

关键词: 儿童骨骼成长检测; 图像分割; 图像拟合; 图像拼接

1. 引言

当今医学领域对于骨骼检测的方法主要分为两种: 一、人工直接判断, 即为用超声波、X 光所照出

*国家青年自然科学基金资助, 项目批准号: 51205145。

的影像直接用人眼进行识别,判断骨骼健康情况;二、通过图像软件处理后,用计算机对图像进行检测以及判断。相较两种方法,第二种更为热门以及高效。现有的医学图像的处理技术包括很多方面如:图像分割、图像配准和融合等方法。图像分割是图像处理与图像分析中的一个经典问题。目前针对各种具体问题已经提出了许多不同的图像分割算法,如:灰度阈值分割法、边缘检测分割法、区域跟踪分割法^[1]。但是由于图像分割问题所面向领域的特殊性,至今尚未得到圆满的、具有普适性的解决方法。图像配准是图像融合的前提,是公认难度较大的图像处理技术,也是决定医学图像融合技术发展的关键技术。近年来国外在图像配准方面研究很多,如几何矩的配准、利用图像的相关系数、样条插值等多项式变换对图像进行配准。国内研究人员也提出了一些相应的算法:对于两幅图像共同来估计其正反变换的一种新的图像配准方法,称为一致图像配准方法;采用金字塔式分割,进行多栅格和多分辨率的图像配准,称为金字塔式多层次图像配准方法^[2]。

但是目前结合图像学的医学骨骼检测主要内容为成人病变骨骼的处理和检测,尚未涉及儿童生长情况的检测。而儿童生长情况的检测同样是医学中一个十分重要的问题,并且儿童的成长检测不同于成人的骨骼检测,它是在一个静态检测基础上的阶段性的动态过程,需要用形态学以及图像处理方法动态比较骨骼间的相对形态,从而判断其发育状况。因此,对于儿童骨骼的成长检测的研究是医学的一个难点和热点。

2. 研究难点及解决方法

本文通过对医学影像图片的切割、拼接以及拟合来完成对儿童健康成长的检测。其中难点有三个:解决切割后轮廓不清图像的切割点提取问题;不同比例及颜色图像的融合问题;不完整髌骨边缘拟合下的髌骨质心提取分析问题。

此处根据研究目标采用一种特殊的图像切割方法伪彩色切割。医学图像大多是黑白图像,如X、CT、MRI、B超图像等。而一幅黑白图像,所含的信息量较之于彩色图像少很多,针对这一特点,考虑将黑白图像经过处理变为彩色图像,化简为繁,逆向处理,

从而能从图像中取得更多的信息,通过伪彩色的处理,图像的边缘由模糊变得更为清晰,更容易提取内外两部分骨骼的轮廓,因此可以计算得出最佳切割点,进而将图像切成分别包含两个轮廓的部分,最后分别对两幅图进行处理^[3]。这种方法简化了切割的方法,有效的提高了图像处理的效率,便于以后大量图像的处理。分割后,根据不同的各个骨骼特点,本文对两幅图形分别采用不同算法进行处理,由于儿童骨骼发育检测不仅需要判断每个骨骼的形状,重要的是找出各个骨骼之间的相互位置和形态关系,因此还需要图像融合及比对。论文根据髌骨图像的特殊性,采用分块拼接融合法完成图像融合。将不同处理后的图形融合成一幅图^[4]。

因此图像融合算法及处理过程如下:首先,进行图像分割,根据伪彩色图像提取出最佳分割点的坐标,然后分别对图形预处理并二次伪彩色分割,使两幅图形在最佳匹配点下分割成四幅图像,每一幅图像中均含最终提取轮廓的一部分;其次,进行图像融合,通过边缘提取以及图像的二值化,将图像转化为二值图像,找出四幅二值图像的最佳一次融合点,一次拼接融合,得到与初次分割后大小相同的两幅融合图,再对这两幅处理图形大小匹配,将初始切割点作为二次融合点,二次拼接融合,得出最终图像。这种方法很好的解决了分块处理图像的融合问题。

在髌骨处理过程中,主要需要对不完整髌骨质心进行提取,此处采用椭圆拟合及最小二乘法进行分析处理。由于X光图片像素的限制只能得到髌骨的部分图像,直接拟合将会有一定的困难,由此本文运用了基于最小二乘法的最佳椭圆拟合的方法,此方法好处在于只需通过最小二乘法找出曲线上最佳的五点,并用这五点进行二次方程的计算,得出质心坐标,然后对两个椭圆的质心相对位置进行分析,是否在健康范围之内,如果在,则儿童健康的成长。这种方法的特点在于对不完整曲线的拟合,以及快速找出最佳匹配点^[5]。

3. 总体流程图(图 1)

4. 算法的设计

医学X光图片如图所示过于复杂,而我们所研究的髌骨只是其中的很小的一部分,为了更好地处理图

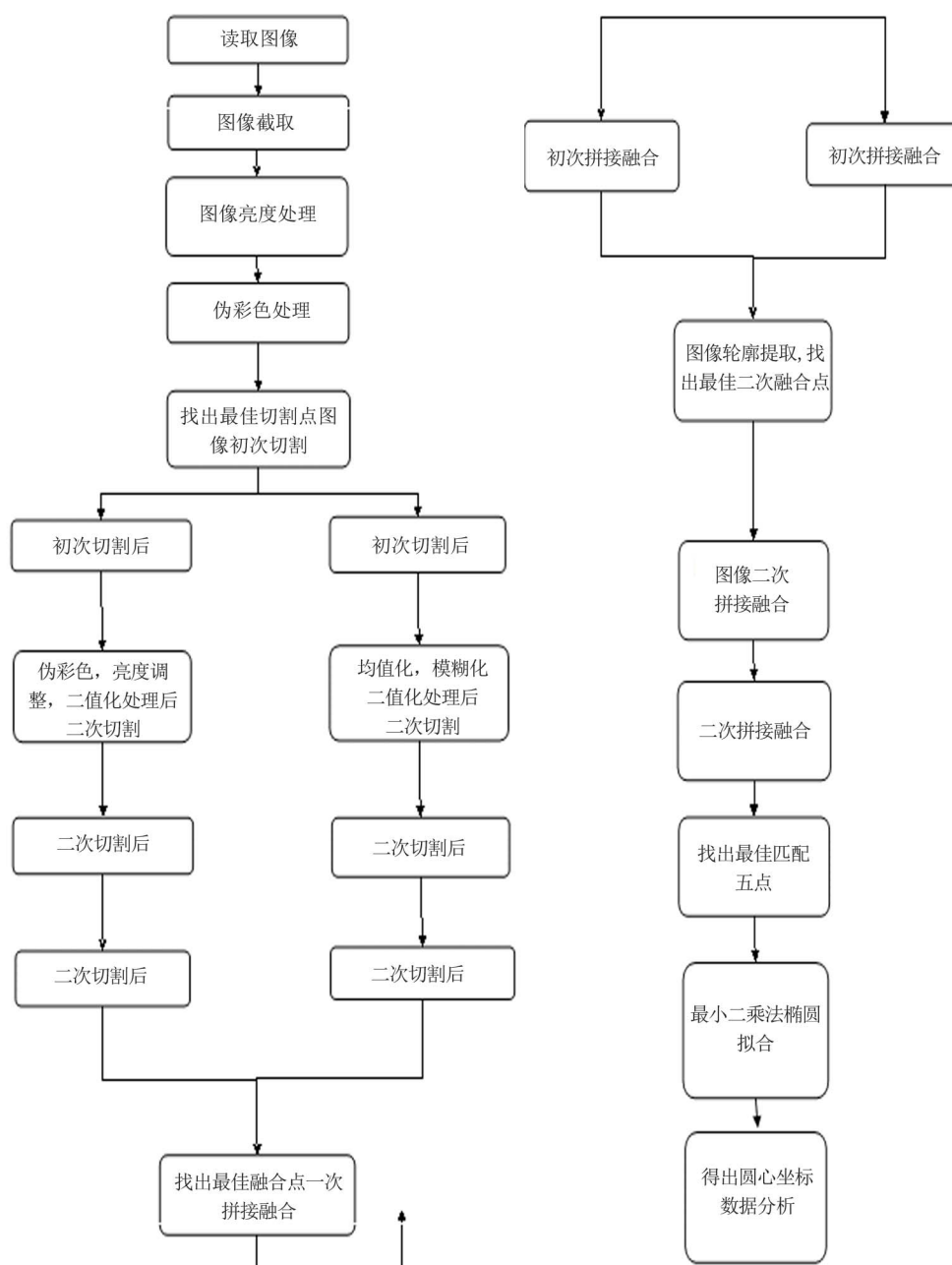


Figure 1. Chief flow chart
图 1. 总体流程图

形，将所需要的部分截取出来；之后对图形进行模糊化处理，将图像的边缘模糊后，图像的边缘变得平滑，这样有助于此后对图像的切割以及索引，减少误差；模糊化后将图像用一般的截图方法分割成两块，两块分别包括所需要的两段圆弧，切割的目的是为了之后对于不同的弧线有不同的处理方式，这样有助于对两段弧线的提取，在初步切割时需要特别注意就是记录切割前以及切割后图像的大小，以及切割时所切图像

在原图中所在的坐标，为了图像拼接做准备。

4.1. 图像切割

由于图像在初步处理后还相当模糊，因此为了更好地找到切割的切割点，需要对图像做进一步的处理。首先调节图像的亮度将图像变为索引图像，而索引图像直接保存，图像分辨率极低，很难再做其他处理，因此将索引图像以 RGB 图像形式进行保存，这样为

后面分割点的确定做准备^[10]。

在图像切割时，处理时通过对转化为 RGB 的索引图像进行亮度，以及冷暖色调的调整，来加强所需要部分的亮度及颜色，以便二值化后更好的提取切割点，同时，由于在加强全图亮度及颜色时，所需边缘会被掩盖，因此此时又要对图像二次分割、分别处理。在图像转化为二值图像后，找出最佳分割点，而最佳点的选取原则为分割后每幅图形保留弧线最清晰的部分，记录最佳切割点并将切割的图形的大小要调整到初始的大小，为后面的图像拼接做好准备工作。

4.2. 图像拼接融合

图像拼接融合阶段有三个拼接过程：一、是对内部的短弧线进行拼接；二、是对外部的长弧线的拼接；三、对两幅图形的拼接融合。前两种拼接方法是在找出切割点的基础通过对两幅图中的其中一幅进行覆盖，把两幅图拼接在一起，得出最后我们所想要的图形。而第三个拼接过程就是将原来切割出来并完成处理后的小块图像拼接到处理后的原图的指定位置，来取代原图的那部分。在这些过程中图像均已变成二值图像，但每个像素所处位置不变^[6]。

4.3. 基于最小二乘法的改进图像拟合算法

由于研究所需要的弧线的拟合后的图形形似于椭圆，因此在本次曲线拟合中我选择基于最小二乘法的改进椭圆拟合算法。下面对椭圆拟合的方法做简要介绍：

在二维平面坐标系中，椭圆的圆锥曲线方程的表示法为：

$$Ax^2 + Bxy + Cy^2 + Dx + Ey + F = 0$$

椭圆在坐标系的参数如图2所示：

各参数之间的关系，以及椭圆圆心的表示方法：

$$x_c = \frac{BE - 2CD}{4AC - B^2}$$

$$y_c = \frac{BD - 2AE}{4AC - B^2}$$

$$a = 2 \sqrt{\frac{-2F}{A+C - \sqrt{B^2 + \left(\frac{A-C}{F}\right)^2}}$$

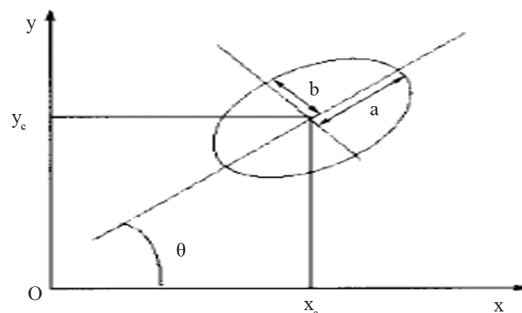


Figure 2. Indication of ellipse in 2D coordinate
图2. 椭圆的二维坐标表示

$$b = 2 \sqrt{\frac{-2F}{A+C + \sqrt{B^2 + \left(\frac{A-C}{F}\right)^2}}$$

最小二乘法是在随机估计为正态分布时由最大似然估计推出的一个最优估计技术，它可以使测量误差的平方和最小，因此也被视为从一组测量值中求出一组未知量的最可靠的方法之一。最小二乘技术主要是寻找参数集合，从而最小化数据点与椭圆之间的距离度量。假设椭圆方程如一式所示，我们对参数做一定的限制A+C=1。显然，直接应用上述方程对边缘检测后的离散点进行最小二乘处理，就可以得到方程中的各个系数。即求目标函数：

$$f(A, B, C, D, E) =$$

$$\sum_{i=1}^n (Ax_i^2 + Bx_i y_i + Cy_i^2 + Dx_i + Ey_i + F)^2$$

的最小值来确定各系数。再由极值原理，欲使f(A, B, C, D, E, F)的值最小，必有：

$$\frac{\partial f}{\partial B} = \frac{\partial f}{\partial C} = \frac{\partial f}{\partial D} = \frac{\partial f}{\partial E} = \frac{\partial f}{\partial F} = 0$$

由此可得出一个线性方程组，然后结合求解线性方程组的算法以及限制条件求得 A, B, C, D, E, F。

5. 实验的实现及结果分析

在实验中，选用多个儿童的髌骨图像进行处理。此处以实验儿童数据为例说明算法过程。

为了更好、更快的对所得图像进行处理，本文编写了一个集成化的图像处理软件，通过这个软件，增加了图像处理的效率。在这个MATLAB图像处理界面一共有5大菜单，分别是：文件，编辑，旋转，灰度

图像处理，加入噪声。而功能界面分为十一个部分，它们分别是：亮度处理，色调变化，模糊化处理，去噪处理，图像边缘提取，图像轮廓图的提取，增强对比度，图像直方图，显示暗部细节，最佳点切割，最佳点拼接融合以及最小二乘法椭圆拟合；而显示模块由两个大的图像显示框做成分别是过去以及处理后的图像；最后就是还原以及退出按钮。具体如图3所示：

对图形进行模糊化处理，将图像的边缘模糊后，图像的边缘变得平滑；此后我们将图像用一般的截图

方法分割成两块^[7]，具体过程如图4所示：

调节图像的亮度，将图像变为索引图像，并将索引图像以 RGB 图像形式进行保存；再对图像的冷暖色调的调整，对两幅图像分别伪彩色最佳点分割^[8]，具体操作如图5所示：

在图像拼接融合过程中，首先，对内部的短弧线进行拼接；其次，对外部的长弧线的拼接；最后，对两幅图形的拼接融合^[9]，具体过程如图6所示：

采用基于最小二乘法的改进图像拟合算法进行髌骨质心的拟合计算。



Figure 3. Image processing software
图 3. 图像处理软件



Figure 4. Image preprocessing
图 4. 图像预处理

基于儿童生长发育检测的图像切割拼接拟合算法

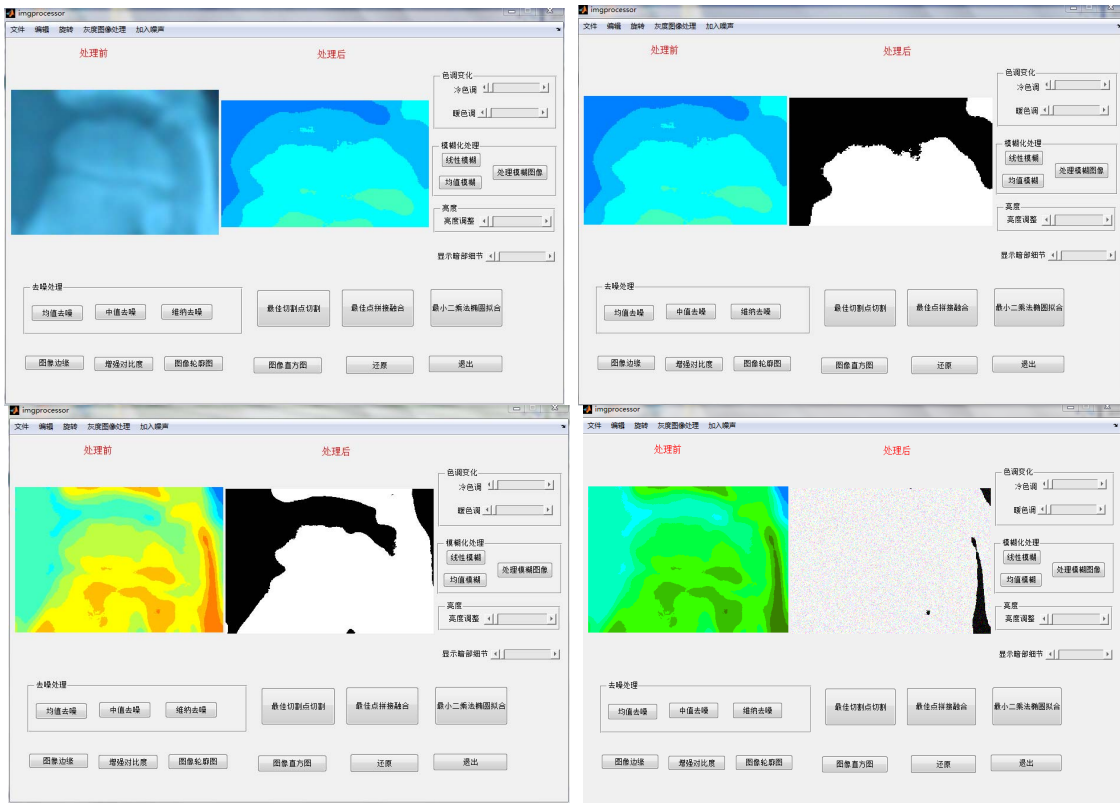


Figure 5. Image slicer
图 5. 图像的切割

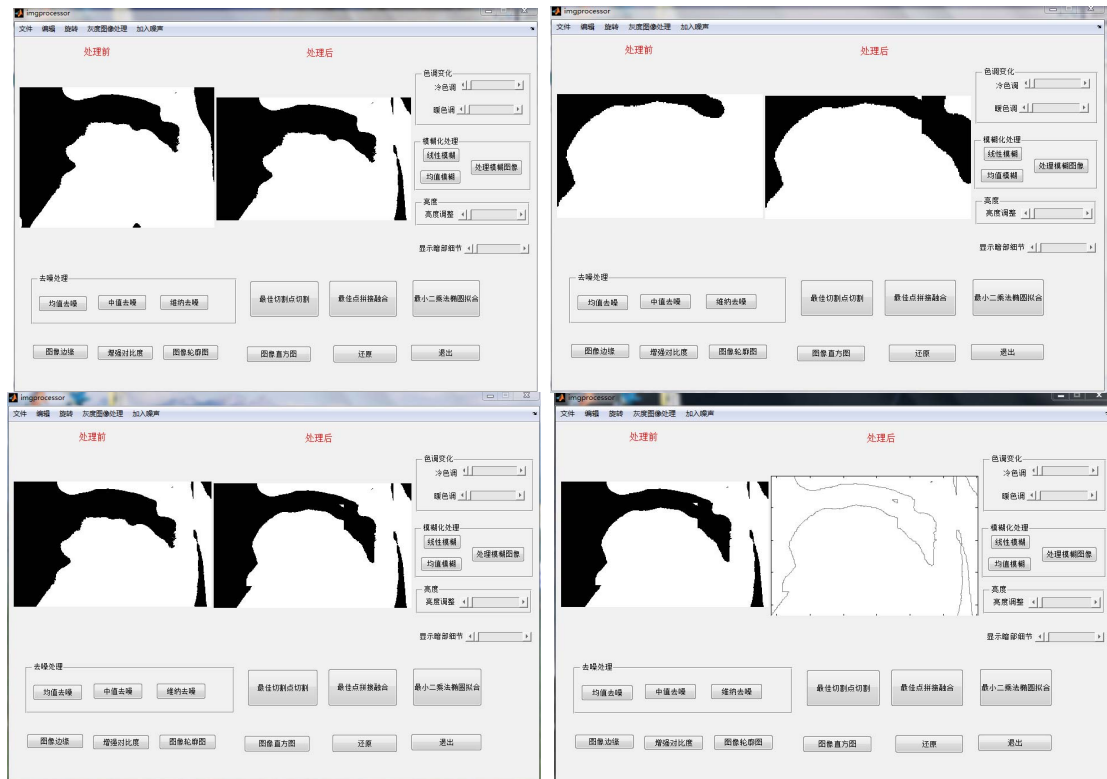


Figure 6. Image mosaic
图 6. 图像的拼接融合

对大圆弧最佳点提取，并进行椭圆拟合算出质心；其次，对小圆弧最佳点提取，并进行椭圆拟合算出质心，对计算出的质心位置进行比较，具体操作如图 7 所示：

通过基于最小二乘法的最佳椭圆拟合，我们可以找出外部弧线曲线上最佳的五点^[11]：(0.74, 0.27) (1.53, 0.17) (2.4, 0.4) (3.23, 1.04) (3.37, 1.81)，由此五点我们

曲线拟合出最佳椭圆的圆心为：(1.8434, 1.2282)，同理我们找出内部弧线的五点：(0.39,1.47) (0.47,0.89) (0.98, 0.58) (1.79, 0.57) (2.47, 1.2)，内部弧线曲线拟合最佳椭圆圆心为：(1.4030, 1.2408)。这样我们就可以对两个圆心进行对比，我们可以发现误差在健康成长的可接受范围之内，因此此儿童腕骨的发育正常。数据如下表 1。

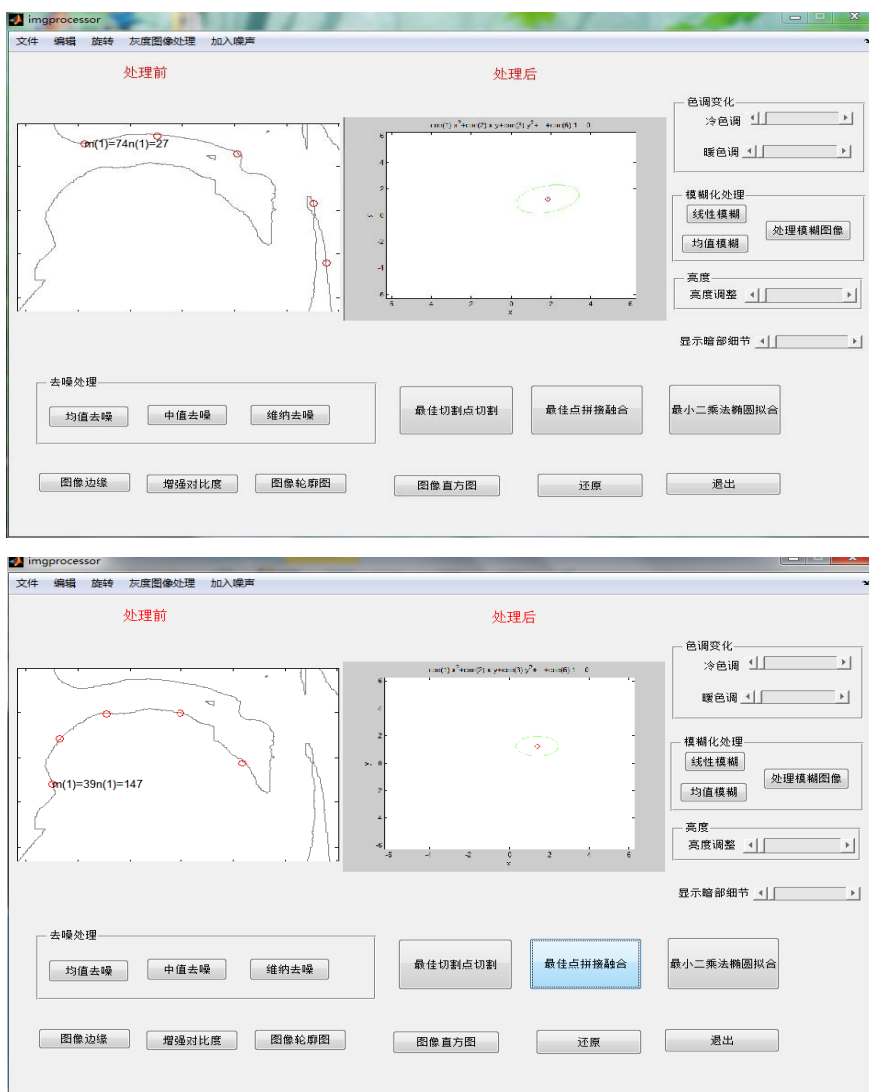


Figure 7. Polynomial surface fitting using least square method
图 7. 基于最小二乘法的图像拟合

Table 1. Curve fitting result
表 1. 曲线拟合前后数据结果

| | | 曲线选取最佳点 | | | | 曲线拟合后质心 |
|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------|
| 外部圆弧取点 | (0.74, 0.27) | (1.53, 0.17) | (2.40, 0.40) | (3.23, 1.04) | (3.37, 1.81) | (1.8434, 1.2282) |
| 内部圆弧取点 | (0.39, 1.47) | (0.47, 0.89) | (0.98, 0.58) | (1.79, 0.57) | (2.47, 1.2) | (1.4030, 1.2408) |

6. 结束语

随着医疗技术的不断发展,对医学图像处理提出的要求也越来越高,尤其是在儿童生长发育方面,更是现代医生所关注的重点问题,因此本文的基于儿童生长发育的切割拼接拟合算法在未来医学动态监测中将有更广泛的运用。本实验在图像处理软件开发完成后,随机的选择了 15 名儿童的髌骨图像数据进行处理计算,最后判断其中 10 名正常,5 名轻度髌骨发育异常,需要进行纠正处理。通过实验,该软件计算效率较高。下一期将对数据库进行进一步开发,保存实验结果,并且通过数据分析,可以对儿童发育情况进行横向纵向对比,实现儿童发育的动态跟踪,为儿童骨骼发育诊断提供依据。总之,本文提出的算法很好的将病症防患于未然,为医学监测提供了有效方法,将在医学领域受到更多的关注。

参考文献 (References)

- [1] 田娅,饶妮妮,蒲立新. 国内医学图像处理技术的最新动态[J]. 电子科技大学报, 2002, 31(50): 485-489.
- [2] 翁璇,郑小林,彭承琳. 医学图像分割方法研究[J]. 中国医疗器械信息, 2006, 12(6): 24-26.
- [3] 王家文,李迎军. MATLAB 7.0 图形图像处理[M]. 北京: 国防工业出版社, 2006.
- [4] J. K. Kominiarczuk, K. Krajsek and R. Mester. Highly accurate orientation estimation using steerable filters. IEEE International Conference on Image Processing, 2007, 277-280.
- [5] 钮毅. 部分遮挡条件下椭圆目标识别[D]. 上海交通大学自动化, 2007.
- [6] 于水,马范援. 一种基于数据融合的医学图像分割方法[J]. 计算机辅助设计与图形学报, 2001, 13(12): 1073-1076.
- [7] 薛志东,王燕,隋卫平. 一种结合训练样本筛选的 SVM 图像分割方法[J]. 计算机工程与应用, 2007, 43(10): 55-57.
- [8] 佟喜峰,刘雪梅,李盼池等. 一种基于灰度级相位的指纹图像增强方法[J]. 计算机系统应用, 2012, 21(6): 205-207.
- [9] 陈恺,何晨,陈运等. 基于小波变换和相调制图像密度伪彩色编码的图像增强处理[J]. 天津理工大学学报, 2012, 28(3): 71-75.
- [10] 朱艳丽,李晓明. 基于 BP 神经网络的小型足球机器人视觉子系统的图像分割技术[J]. 机电工程, 2011, 28(1): 79-82.
- [11] 姚敏. 数字图像处理[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.