

Medical digital image processing technology based on IDL: a pilot study

ZHAO Zhi-qiang, ZHENG Xiao-lin*, WANG Xing, WANG Lian, WU Xu-dong, YANG Li

(Key Lab of Biomechanics and Tissue Engineering under the State Education Ministry,

Bioengineering College, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

[Abstract] With the development of modern medicine, medical digital image becomes more and more important at clinical diagnosis and treatment. And applying new image processing technology to medical digital image has enormous importance and signification. Interactive data language (IDL) has strong matrix calculate capacity, fast read/write capacity, efficient processing capacity, simple programming style, and so forth. All of these make IDL applicable to researchers of medical image and doctors. Therefore, the wide application of IDL makes for the research higher level of medical digital image processing.

[Key words] Image processing; Medical digital image; Interactive data language

基于 IDL 的医学数字图像处理技术初探

赵志强, 郑小林*, 王星, 王炼, 吴旭东, 杨丽

(重庆大学生物工程学院生物力学与组织工程教育部重点实验室, 重庆 400044)

[摘要] 随着现代医疗技术的不断发展, 医学数字图像在临床诊断和治疗中发挥着越来越重要的作用, 将新兴的图像处理技术应用于医学数字图像处理具有极其重要的作用与意义。IDL 强大的矩阵运算能力、对医学数字图像的快捷高效读写和处理能力、简洁的编程风格等优点, 使之非常适用于医学影像的研究人员和医生。IDL 的推广应用有利于提高我们在医学数字图像处理领域内的科研水平。

[关键词] 图像处理; 医学数字图像; IDL

[中图分类号] R857.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2005)11-1755-03

医学图像处理已经成为现代医疗不可或缺的一部分, 其应用贯穿整个临床工作, 不仅广泛用于疾病诊断, 而且在外科手术和放射治疗等的计划设计、方案实施以及疗效评估方面发挥着重要作用, 同时它也是计算机在影像学科应用的主要内容之一^[1]。

Interactive Data Language (IDL) 是面向矩阵、语法简单的第四代可视化语言, IDL 致力于科学数据的可视化和分析, 是数字信号与图像的高级处理工具, 是跨平台应用开发的最佳选择。IDL 是首例被以第四代计算机语言称谓的高级工具语言。它集可视化、交互分析、大型商业开发为一体, 为用户提供完善、灵活、有效地开发环境。NASA (美国航空航天局) 还将其选用为进行火星飞越航空器研究的开发工具, 并且, 这一事件列为其 40 年来技术发展的里程碑之一^[2]。

[作者简介] 赵志强 (1976—), 男, 河北人, 在读博士。研究方向: 生物医学工程。E-mail: zhaozhiqiang1118@126.com

[通讯作者] 郑小林, 重庆大学生物工程学院生物力学与组织工程教育部重点实验室, 400044。E-mail: zxl@cqu.edu.cn

[收稿日期] 2005-05-18

[修回日期] 2005-08-29

1 IDL 的矩阵运算能力

在本文讨论范围内, 显示一幅平面上的静止图像就是二维矩阵可视化的过程。实际上, 医学数字图像处理中的许多算法, 如图像的旋转、图像标准差的计算都是基于矩阵运算的, 而 IDL 就是一种基于矩阵的第四代语言 (4GL)。IDL 采用面向矩阵的技术, 使它具有快速处理医学数字图像的能力, 同时也使它具有了高效编程的特点。

而相比于同样面向矩阵的其他软件, 它能够更容易实现对图形对象的交互操作和高级处理。其功能和应用效果完全可以替代如 Matlab 等同类科学计算应用软件^[3]。IDL 面向矩阵的特性带来了快速分析超大规模数据的能力。IDL 中丰富的数学函数能够满足科学分析和计算, 同时它对多维数组的运算更是简单快捷。

2 IDL 对医学数字图像的读写

IDL 可以读写任意格式或无格式的数据类型, 具有广泛的兼容性。可以读写各种如: CDF、netCDF、HDF、PICT、GIF、TIFF、PS、HPGL、CGM、BMP、XWD, 甚至用户自定义的各种数据^[3]。特别是, IDL 完全支持医学数字化制图通讯标准 DICOM, 支持 MrSID 压缩的数据格式。例如, 在 C++ 中读取 DICOM 3.0 格式的医学数字图像是一件很麻烦的事

情,医学影像的研究者需要编写相应的程序来实现这一功能,但在IDL中,只用以下两行程序就可以实现对DICOM格式的脑MRI图像的处理:

```
FILE=FILEPATH('MR_BRAIN.DCM',SUBDIRECTOR
Y=[EXAMPLES,'DATA'])
```

```
MRIMAGE=READ_DICOM(FILE)
```

此外,IDL可以读/写二进制(BINARY)格式的医学数字图像,如对肝部CT扫描的图像(256×256)的读取:

```
FILE=FILEPATH('CTSCAN.DAT',SUBDIRECTOR
Y=[EXAMPLES,'DATA'])
```

```
IMAGESIZE=[256,256]
```

```
CTIMAGE=READ_BINARY(FILE,DATA_DIMS=
IMAGESIZE)
```

通过以上两个例子,可见IDL对于数据类型的要求比较灵活,可以避免Matlab中强制64Bit参与计算的瓶颈,使得IDL更加适用于医学数字图像的处理和相关医学图像处理软件的开发。

3 IDL对医学数字图像的处理能力

数字化图像包含大量有用信息,所以,图像处理的方法有待于进一步开发。基于IDL的医学数字图像处理的新方法将改进图像处理的软件,丰富随机软件的内容,促进影像学设备的进步和完善。

医学数字图像是由网格化的像素点所构成,且以矩阵的形式在计算机中存储。第一个像素点都表征了该点的明亮度,医学数字图像的处理的目标就是要从原始图像中获取更多的信息。

IDL的医学数字图像处理功能包括图像分析、直方图均匀化、平滑图像、消除图像噪音、增强图像边缘、图像的频域滤波以及图像的旋转、放大、平移和各种格式转换等。

下面我们给出一个用IDL进行图像处理的例子,从中可以看出IDL面向矩阵、集成多种函数和编程简易的优点。

在PC机的Windows下,对肝部CT扫描图像进行处理。

3.1 消除噪声及色彩渲染 消除噪声是一种常规的图像处理技术。噪声会降低医学影像的图像质量,噪声的一般表现形式是黑白点相间噪声,其中一些随机的像素有极端的像素值。首先需要创建一幅噪声,将10%的像素转换为黑白点相间噪声:

```
NOISYCT=CTIMAGE
POINTS=RANDOMU(SEED,1800)*256*256
NOISYCT(POINTS)=255
POINTS=RANDOMU(SEED,1800)*256*256
NOISYCT(POINTS)=0
```

然后,IDL中的中值滤波器Median通过计算相邻像素的中间值(而不是平均值),进行降噪。第一,它能删除图像中的极端值。第二,它不使那些尺寸比邻域范围大的图像棱边或特征变模糊。显然,消噪对图像起到了非常理想的效果(图1)。随后,对消噪后的图像进行了色彩渲染,该CT图像中的重要信息被进一步地显示了出来(图2)。

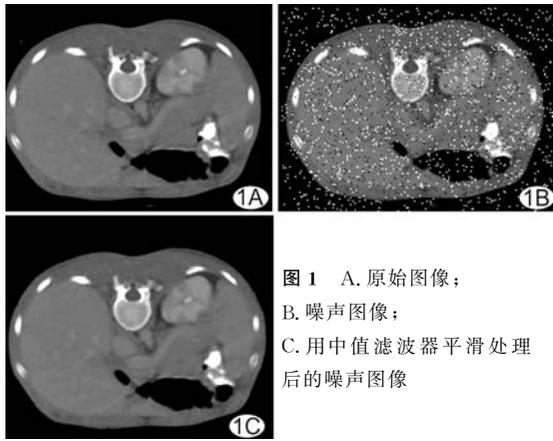


图1 A.原始图像; B.噪声图像; C.用中值滤波器平滑处理后的噪声图像

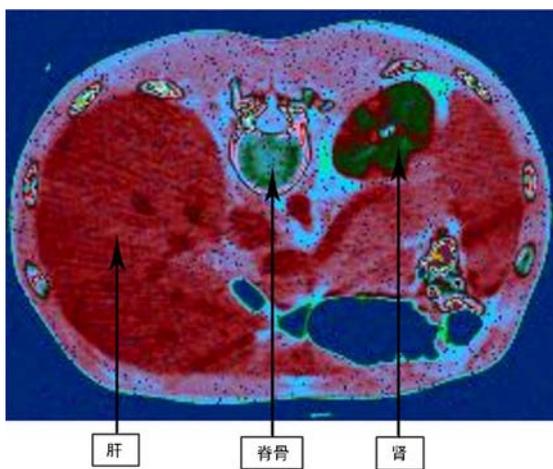


图2 中值滤波器平滑处理后的噪声图像再做彩色渲染

```
DEVICE,DECOMPOSED=0
WINDOW,0,XSIZE=256*4,YSIZE=256,TITLE='A
CT SCAN IMAGE'
LOADCT,0
TV,CTIMAGE,0,0
TV,NOISYCT,256,0
TV,MEDIAN(NOISYCT,3),2*256,0
LOADCT,28
TV,NOISYCT,3*256,0
```

3.2 增强图像边界及色彩渲染 医学数字图像可以锐化或通过微分来增强图像边界。IDL提供了两个边界增强函数:Roberts变换和Sobel变换;此外,本文使用拉普拉斯算子(如下)来和图像做卷积以达到增强图像边界的效果^[4]。

$$\begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$

因为改进了图像棱边的对比度,这也常常被称为拉普拉斯(Laplacian)锐化操作。并通过色彩渲染(图3),图像的有效信息被进一步地显示出来。

```
WINDOW,1,XSIZE=256*3,YSIZE=256*2,TITLE
='A CT SCAN IMAGE'
```

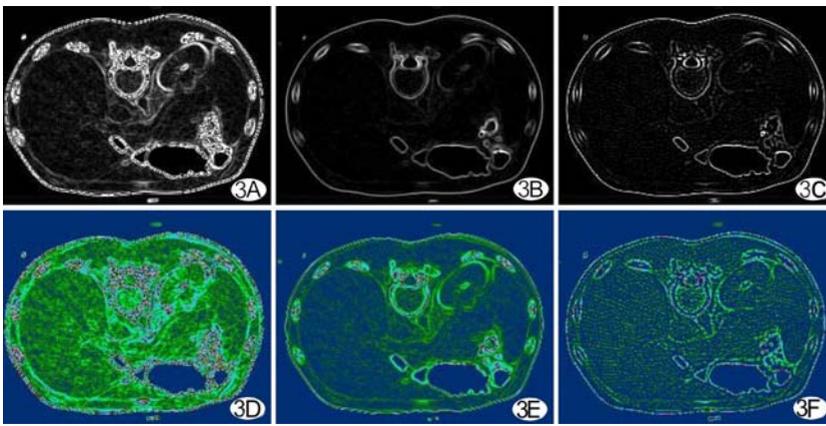


图3 A.用 Sobel 变换 B.用 Roberts 变换 C.用拉普拉斯算子对图像做卷积 D~F 分别对应于三种增强图像边界的变换后经色彩渲染的结果

```
LOADCT,0
TV,SOBEL(CTIMAGE),0,256
TV,ROBERTS(CTIMAGE),256,256
KERNEL=[[1,1,1],[1,-8,1],[1,1,1]]
TV,CONVOL(CTIMAGE,KERNEL),256*2,256
LOADCT,28
TV,SOBEL(CTIMAGE),0,0
TV,ROBERTS(CTIMAGE),256,0
KERNEL=[[1,1,1],[1,-8,1],[1,1,1]]
TV,CONVOL(CTIMAGE,KERNEL),256*2,0
```

用非交互式的语言编程时,对一幅图像进行简单的一次处理都需要完整的可运行的程序,而用 IDL 的交互特性,几条交互式的命令可以立即看到结果。IDL 集成的许多诸如平滑、滤波等函数可以让用户用一两条语句完成图像的预处理工作,从而节省出大量时间集中于核心算法的研究^[5]。

4 展望

IDL 语言面向矩阵的特性带来了快速分析超大规模数据的能力,它具有的高级图像处理能力、交互式二维和三维图形技术、面向对象的编程方式、OpenGL 图形加速功能、集成数学分析与统计软件包、完善的信号处理和图像处理功能、灵活的数据输入输出方式、跨平台图形用户界面工具包、连接 OD-BC 兼容数据库及多种外部程序连接工具。IDL 为用户提供了可视化数据分析的解决方案,既可以让科学研究人员交互式浏览和分析数据,又为程序员提供了快速程序原型开发并跨平台发布的高级编程工具^[6]。IDL 使科学家无需写大量的

传统程序就可直接研究数据,从而使 IDL 特别适用于医学影像的研究者和医生。特别是影像医生不仅直接利用影像学设备提供有价值的信息,而应该对所获图像进行后处理,开发出更有价值的信息。IDL 在图像处理和临床实践中的应用及研究必将促进影像学科的发展。

国内进行医学数字图像研究和开发的科研人员仍采用传统的 C、C++、Matlab 等语言,而国外医学图像的研究者正使用 IDL 进行科学研究,从而使他们节省出更多的时间,而集中精力于算法、建模等核心问题上。希望国内同行们能够学习使用 IDL,以提高我们在医学图像处理和分析领域内的科研水平。

[参考文献]

- [1] Liu BQ, He JS, Li ZW, et al. Recent advances in post-processing for medical images[J]. Biomedical Engineering Foreign Medical Sciences, 2004, 27(4): 248-253.
刘兵全,何继善,李振伟.医学图像后处理研究进展[J].国外医学生物医学工程分册,2004,27(4):248-253.
- [2] Zhao ZQ, Peng CL, Qiu GH. Application of IDL in medical image processing[J]. Chin J Med Imaging, 2002, 10(4): 633-635.
赵志强,彭承琳,裴国华. IDL 在医学图像处理中的应用[J]. 中国医学影像学杂志, 2002, 10(4): 633-635.
- [3] Jin S, Xia DS, Cheng H. IDL and image processing and analysis [J]. Industrial Control Computer, 1997, 10(4): 6-8.
金盛,夏德深,陈鸿. IDL 语言与图像处理和图像分析[J]. 工业控制计算机, 1997, 10(4): 6-8.
- [4] Huo HT. Digital Image Processing [M]. Beijing: Beijing Institute of Technology Press, 2002. 92-98.
霍宏涛. 数字图像处理[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2002. 92-98.
- [5] Chen H, Li BF. Progress of medical image processing[J]. J Fourth Mil Med Univ, 2004, 25(5): 478-479.
陈浩,李本富. 医学图像处理技术新进展[J]. 第四军医大学学报, 2004, 25(5): 478-479.
- [6] Research Systems Inc. IDL Reference Guide [M]. 2004. 218-220.