

# 基于 IDL 语言实现侧扫声纳图像可视化及预处理

马文东, 熊显名

(桂林电子科技大学 电子工程学院, 广西 桂林 541004)

**摘要:** 阐述了 IDL(Interactive Data Language) 语言的图像处理优点, 介绍了侧扫声纳 XTF 格式数据的特点, 利用 IDL 语言开发了集图像可视化、格式转换、图像校正和预处理于一体的侧扫声纳图像预处理软件。结果表明, 该语言面向矩阵的特性和强大的图像处理能力减小了开发的复杂性, 缩短了开发周期, 对国内声纳图像处理软件开发有一定参考价值。

**关键词:** 侧扫声纳; IDL; 水柱校正; 图像预处理

中图分类号: P229.1

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2011)02-0038-04

## Achieve sidescan sonar image visualization and preprocessing based on IDL

Ma Wendong, Xiong Xianming

(School of Electronic Engineering, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)

**Abstract:** The paper is organized as follows: firstly, it introduces the advantage of IDL (interactive data language) especially in image processing. Secondly, the features of the XTF format of side-scan sonar data is elaborated. Thirdly, side-scan sonar image pre-processing software, with the modules including image visualization, format conversion, image correction and image preprocessing, has introduced how to development conveniently by IDL. The result shows that the matrix-oriented language features and a powerful image processing capabilities reduce the complexity of the development, shorten the development cycle, and it has some reference value about sonar image processing software development.

**Key words:** sidescan sonar; IDL; water column correction; image preprocessing

我国是海洋大国, 对海洋资源的开发和利用已上升到国家军事和经济战略高度。侧扫声纳海底成像系统(以下简称侧扫声纳)以其高精度、高效率、高分辨率、对海底微观地貌直观成像等特点, 在地质勘探、目标探测、海洋工程等方面的应用越来越广泛, 进而为海洋测绘、海洋工程、海洋开发、反潜作战、水下救援、物理海洋研究等提供第一手数据。数据的最终利用形式就是侧扫声纳图像(Sidescan Sonar Image)。正确快捷地判读和分析声纳图像是识别海底地貌、沉船、水雷、海底管线等人工或自然目标的前提。

现在商业声纳图像处理软件价格昂贵, 且其分析技术为商业机密而未能对外公开, 因此在使用商业软件分析的同时无法了解其图形绘制的原理, 只能完全被动接受其处理结果。目前国内研究人员一般采用 VC++ 结合 OpenGL 或者 Matlab 开发, 由于声纳图像格式的灵活性, 实现声纳图像的分析 and 处理难度较大, 且混合编程也增加其开发难度。而对于侧扫声纳数据处理软件, 国内一些单位进行了初步开发, 但是并没有真正商品化的产

品。所以, 侧扫声纳数据采集及后期处理软件在国内仍有很大发展空间。

交互式数据语言 IDL (Interactive Data Language) 是 Research Systems 公司 (现为 ITT Visual Information Solutions 公司) 推出的致力于科学数据的可视化和分析语言, 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。作为第四代面向对象的可视化数据分析语言, IDL 具有其他语言无法比拟的优点, 在现代科学计算和数据处理中占有非常重要的地位。目前, 该语言成为国内遥感影像医学图像处理领域的热门语言, 但是在声纳图像处理领域还是空白。本文针对侧扫声纳图像的特点, 有效利用 IDL 语言强大的可视化和高级图像处理能力, 方便快捷地实现侧扫声纳图像可视化、格式转换、图像校正和预处理, 对国内侧扫声纳图像处理软件开发有一定参考价值。

### 1 开发语言选取依据

IDL 是一种面向矩阵、语法简单的第四代可视化语言, 集交互分析、可视化、大型商业开发于一体, 为用户

## 图形、图像与多媒体

Image Processing and Multimedia Technology

提供完善、灵活、有效的开发环境。简言之,IDL 语言具备如下显著特点:快速分析超大规模数据的能力、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 硬件图形加速、集成的数学分析与统计软件包、完善的信号分析功能、灵活的数据输入输出方式、跨平台图形用户界面工具包以及多种外部程序扩展方式。IDL 已成为交互式数据分析和可视化的首选工具。

(1)IDL 具有快速分析超大规模数据的能力,可以读写任意格式或无格式的数据,支持多种数据类型,可以处理大于 2 GB 的海量数据文件。

(2)IDL 可进行交互式的二维及三维数据分析。例如利用 Windows 命令可以设置图像显示窗口的个数、大小和形状,利用 TV 或 TVSCL 命令显示用户选择的图像。

(3)IDL 具有完善的图像处理软件包,主要包括图像的缩放、移动和旋转、图像的四则运算、图像的扭曲、图像区域处理 ROI 和形状分析、图像增强、图像滤波、图像直方图、图像平滑、图像分割、图像边界提取和图像的形态学处理(腐蚀、扩张、开和闭)等。用户可根据自己的需求对其组合优化。

(4)IDL 提供“交互”和“编译”两种模式(C 和 FORTRAN 只提供“编译”一种模式),IDL 可以在任何时候创建和重定义变量的类型、大小和数值(C 和 FORTRAN 只能在执行时重定义变量的大小和数值)等特性,都使得用 IDL 语言编写程序代码的效率非常高(通常要比 C 和 FORTRAN 语言的效率高 80%左右)。

## 2 侧扫声纳格式及读取方法

侧扫声纳是海底开发和研究的必备设备,它是一种高分辨率的水下成像工具,因为是距离成像,工作时,换能器距海底高度和系统量程之比可达 1:10,最终表现在图像上时会使得目标存在严重透视收缩、定点位移等几何畸变。侧扫声纳发出超声波束射向海底回收后,每个 Ping 接收的是一条反映海底地质特性的像素序列,每个像素反映的是其对应的声强值。同时,侧扫声纳波束是左右舷侧向发射的,故在中间大约 10°范围内没有回波,成为盲区,也叫水柱区(water column),对图像进行预处理时需通过相应算法对其做水柱校正。

不同公司的声纳图像格式对应的数据格式也不尽相同,本文采用被广泛使用的 XTF 声纳格式的数据,参考 Triton Imaging,Inc.的 eXtended Triton Format (XTF) Rev. 25,该数据格式以二进制存储,具有较强的伸缩性和可扩展性,可保存声纳、航行、遥测、测深等多种类型的信息。每个文件都包括不同的数据包,根据数据包的标识信息识别数据包的类型,这样可以只读取所需要数据包。XTF 文件开始是 XTFFILEHEADER 结构,长度最少为 1 024 KB (本文处理数据一律为 1 024 KB),它包括声纳通道信息和测深通道信息等;后面是不同类型的数据包,

目前主要有声纳、测深、姿态和注释四种类型。每个数据包都有一个头结构。数据包的位置可以任意,读取时依据头结构的信息来确定数据包的类型。对于通道,每个通道有通道头结构,后面是通道测量数据。XTF 格式侧扫声纳数据结构如图 1 所示。

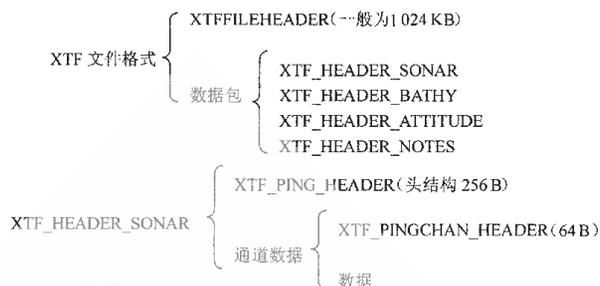


图 1 XTF 格式侧扫声纳数据结构设计图

数据读取流程如图 2 所示。



图 2 XTF 格式数据读取流程图

IDL 读取 XTF 格式文件代码如下:

```
file =READ_BINARY(sonardata
  IF ((file[0] EQ 123) AND (file[1] EQ 254) AND
(file[1024] EQ 206) AND(file[1025] EQ 250)) THEN BEGIN
  imagedata=READ_BINARY(sonardata,DATA_START
    =1 024
  ENDF
  datasize=N_ELEMENTS(imagedata)//获取数据区大小
  OPENR,lun, sonardata,/get_lun //打开数据区
  POINT_LUN,lun,166L
  Channelsnumber=0
  READU,lun, Channelsnumber
  IF Channelsnumber LT 6 THEN BEGIN
    PRINT,Channelsnumber
    POINT_LUN,lun,262L
    datatype=0
```

```
POINT_LUN,lun,264L
shujulie=0UL
READU,lun, shujulie
POINT_LUN,lun,1284L
SlantRange=0.0
READU,lun, SlantRange
POINT_LUN,lun,1034L
NumBytesThisRecord=0ul
READU,lun, NumBytesThisRecord
PRINT,NumBytesThisRecord
      datacolumn=NumBytesThisRecord/datatype
...

```

侧扫声纳图像可视化软件界面如图 3 所示。

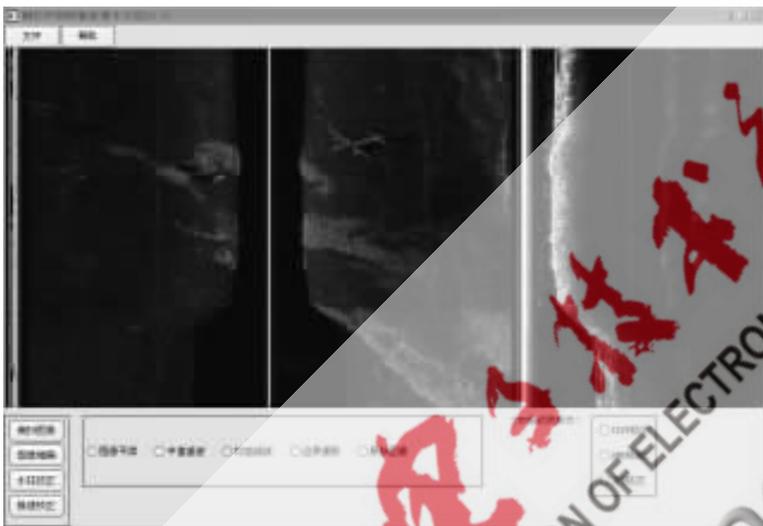


图 3 侧扫声纳图像可视化软件界面

IDL 语言强大的可视化功能,只需一个 TVSCL 函数即可绘出图形。

### 3 软件功能介绍

本软件能够实现对侧扫声纳 XTF 格式图像的读取和显示、校正、格式转换和图像滤波处理功能。软件结构如图 4 所示。

### 4 侧扫声纳图像预处理实现

因原始图像比较灰暗,且未作任何预处理,根据侧扫

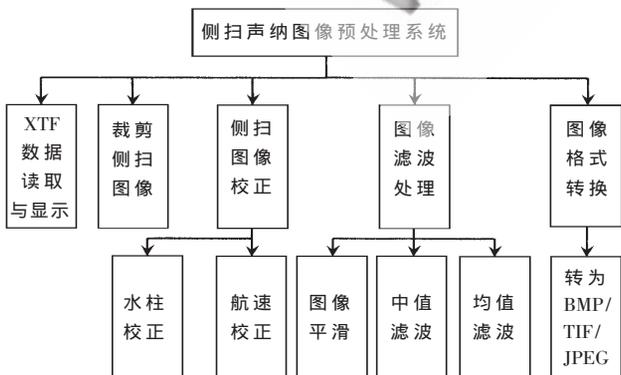


图 4 软件结构示意图

声纳图像的应用要求,需要对其做图像增强、水柱校正和航速校正。利用 IDL 语言强大的矩阵运算能力,剪切出侧扫图像。首先对侧扫图像直方图统计包络曲线,代码为:

```
PLOT,HISTOGRAM(equalizedImage), /XSTYLE, /YSTYLE,
$title='Adaptive Equalized Image Histogram',
$title='Intensity Value', YTITLE='Number of Pixels of
That Value'
```

侧扫图像直方图如图 5 所示。

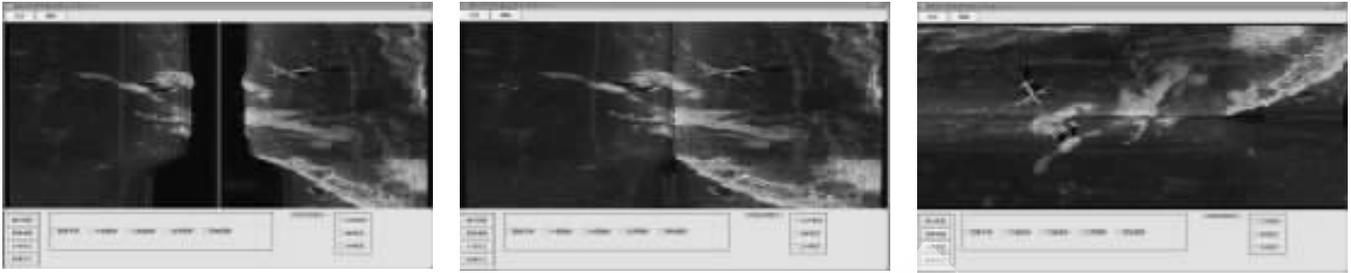


图 5 侧扫图像直方图

因为 IDL 中,过程 TV(图像数组直接转换为字节型的值而不做任何调整)和 TVSCL(图像数组被转化为线性调整的字节型数值)用以显示图像。声纳图像数组多半为短整型,故需对其做线性调整,从直方图统计结果可以看出灰度图像值几乎全部集中在 0~4 000 之间,此方法会压缩少量像元点的信息,所以选择端点至关重要,本文选取 4 000,利用函数 BYTSC,设置其参数 MAX=4 000,MIN=0 即可轻松实现。结果表明,图像增强效果很好,利于对图像判读。之后对侧扫图像做了水柱校正和航速校正,如图 6 所示。

最后实现对侧扫声纳格式向其他格式(如 TIF、BMP、JPEG)的转换。分别使用 WRITE\_TIFF、WRITE\_BMP、WRITE\_JPEG 函数即可方便地实现相应格式的转换,无需编写大量代码。为提高图像信息的利用率,分别对其进行平滑和滤波处理,如图 7 所示。对比来看,中值滤波效果更好。

本文首次尝试利用 IDL 语言开发侧扫声纳图像处理软件,并给出了处理结果。该结果表明 IDL 非常适合声纳图像的处理和相应软件开发,具有如下优点:(1)提供方便的图形用户界面 GUI 和人机交互性,操作人员可以通过参数设置和按钮来交互控制程序运行;(2)便捷的可扩展性,模块化的程序设计方法便于今后进一步扩展;(3)良好的可移植性,IDL 程序可以运行于 Windows、Unix 和 Macintosh 等操作系统,也可将程序通过 IDL 虚拟机打包运行。侧扫声纳图像格式各公司都不统一,XTF 格式。因其格式灵活性和扩展性受到青睐,使用最为广泛。但 XTF 的这些特点对其读取相对来说很麻烦,在 Matlab 中存在强制 64 bit 参与计算的瓶颈。本文



(a) 图像增强

(b) 水柱校正

(c) 航速校正

图6 图像预处理效果图



图7 图像平滑和滤波处理效果图

实验结果表明,IDL 更加适合声纳图像处理软件的开发,奠定了良好的基础和展示了广阔的应用前景,也为国内该领域软件开发提供了一定借鉴。

目前本系统还处于开发探索阶段,今后将主要围绕以下两方面进一步完善系统功能:(1)增加图像分割、地质分类等实用图像分析模块;(2)将系统扩展处理成不同格式的侧扫声纳数据,进一步优化系统和算法设计。

参考文献

[1] Triton company introduce of XTF[EB/OL]. <http://www.tritnoelics.com/public/download/>

FileFormatInfo/XtffileFormatX12.pdf.

[2] 滕惠忠,严晓明,李胜全,等.侧扫声纳图像增强技术[J].海洋测绘,2004,24(2):47-49,70.  
 [3] 闫殿武.IDL 可视化工具入门与提高[M].北京,机械工业出版社,2003.  
 [4] 赵志强,郑小林,王星,等.基于IDL 的医学数字影像处理技术初探[J].中国医学影像技术,2005,21(11):1755-1757.  
 [5] 许枫,丛鸿文.侧扫声纳声图判别[J].海洋测绘,2001,21(1):58-61.

(收稿日期:2010-11-05)

作者简介:

马文东,男,1984 年生,硕士研究生,主要研究方向:声纳图像处理软件。

熊显名,男,1964 年生,研究员,主要研究方向:光学测试及计算机技术。