

基于IDL的遥感要素序列提取代码

司国新 卢进 周尧治*

(1.西藏农牧学院高原生态研究所; 2.西藏林芝高山森林生态系统国家野外科学观测研究站; 3.西藏高原森林生态教育部重点实验室; 4.西藏自治区生态安全联合实验室, 西藏林芝 860000)

摘要 遥感要素序列是遥感应用中经常需要完成的工作, 手动提取效率低下且不能满足大数据处理的要求。为了解决这些问题, 我们使用IDL编写了自动批量提取遥感要素的代码。验证结果表明, 我们基于IDL编写的代码可有效提取遥感要素序列, 且可以适应大数据量处理。

关键词 IDL; 遥感要素; 代码

中图分类号: TN915.09

文献标识码: A

文章编号: 2096-4781 (2020) 03-0310-06

DOI: 10.19707/j.cnki.jp.a.2020.03.015

Code Based on IDL to Extract Remote Sensing Element Sequence

SI Guoxin, LU Jin, ZHOU Yaozhi*

(1.Res. Institute of Tibet Plateau Ecology, Tibet Agriculture & Animal Husbandry University; 2.National Key Station of Field Scientific Observation & Experiment of Alpine Forest Ecology System in Nyingchi Tibet; 3.Key Laboratory of Forest Ecology of Tibet plateau, Ministry of Education; 4.United Key Laboratories of Ecological Security, Tibet Autonomous Region, Nyingchi Tibet, 860000, China)

Abstract: Remote sensing element sequence is often needed in remote sensing applications. Manual extraction is inefficient and not suitable for big data processing. To solve these problems, we used IDL to write the code to automatically extract remote sensing elements in batches. The verification results show that the code written based on IDL can effectively extract remote sensing element sequences and adapt to large data processing.

Key words: IDL, Remote sensing elements, Codes

随着社会的不断发展, 遥感技术已经广泛地应用于生态、水文、城市规划等多个领域, 并发挥着越来越重要的作用^[1-4]。在实际操作中往往要使用长时间序列的遥感数据进行相关的分析, 例如提取植被物候时所需的多年NDVI序列等^[5-8]。用于遥感要素提取的遥感数据源往往动辄几十几百G, 且往往包含几十上百副图像^[9]。无论是提取单点的遥感要素序列, 还是提取一定范围内的遥感要素序列, 依

赖手动都是不现实的。为了完成这样的要素提取, 就只能编写计算机程序完成。

IDL是第4代科学计算可视化语言, 因为它内置了大量的图形处理函数, 可以更加方便地开发图形处理程序^[10-12]。因此, 我们准备以提取多年的NDVI数据为例, 使用IDL编写提取遥感数据序列的代码。

收稿日期: 2019-11-05

作者简介: 司国新(1993-), 男, 汉族, 山东滕州人, 硕士生, 主要从事生态系统模拟的研究工作。

通讯作者: 周尧治(1976-), 男, 汉族, 湖南邵东人, 副教授, 博士。研究方向: 全球变化生态学。

基金项目: 国家重点研发计划资助项目(2017YFC0506801)。

1 数据源

我们这里使用 MODIS 的 MOD13Q1 产品作为数据源。首先从 NASA 官网(<https://ladsweb.nascom.nasa.gov/>) 下载 2000 至 2018 年覆盖西藏自治区范

围的所有 MOD13Q1 数据，它是采用 hdf 数据格式存储的。然后使用 MRT(MODIS Reprojection Tool) 工具和 ENVI5.1 的“小熊工具箱”插件完成图像的拼接和提取 NDVI 图层工作，并且存储为 tif 格式(见图 1)。

名称	日期	类型	大小
MOD13Q1.A2002001.250m_16_days_NDVI.tif	2018/12/5 20:12	TIF 文件	2,095,314 KB
MOD13Q1.A2002017.250m_16_days_NDVI.tif	2018/12/5 21:00	TIF 文件	2,095,314 KB
MOD13Q1.A2002033.250m_16_days_NDVI.tif	2018/12/5 21:50	TIF 文件	2,095,314 KB
MOD13Q1.A2002049.250m_16_days_NDVI.tif	2018/12/5 22:40	TIF 文件	2,095,314 KB
MOD13Q1.A2002065.250m_16_days_NDVI.tif	2018/12/5 23:31	TIF 文件	2,095,314 KB
MOD13Q1.A2002081.250m_16_days_NDVI.tif	2018/12/6 0:22	TIF 文件	2,095,314 KB
MOD13Q1.A2002097.250m_16_days_NDVI.tif	2018/12/6 1:12	TIF 文件	2,095,314 KB
MOD13Q1.A2002113.250m_16_days_NDVI.tif	2018/12/6 2:02	TIF 文件	2,095,314 KB
MOD13Q1.A2002129.250m_16_days_NDVI.tif	2018/12/6 2:52	TIF 文件	2,095,314 KB
MOD13Q1.A2002145.250m_16_days_NDVI.tif	2018/12/6 3:42	TIF 文件	2,095,314 KB
MOD13Q1.A2002161.250m_16_days_NDVI.tif	2018/12/6 4:32	TIF 文件	2,095,314 KB
MOD13Q1.A2002177.250m_16_days_NDVI.tif	2018/12/6 5:23	TIF 文件	2,095,314 KB
MOD13Q1.A2002193.250m_16_days_NDVI.tif	2018/12/6 6:13	TIF 文件	2,095,314 KB
MOD13Q1.A2002209.250m_16_days_NDVI.tif	2018/12/6 7:04	TIF 文件	2,095,314 KB
MOD13Q1.A2002225.250m_16_days_NDVI.tif	2018/12/6 7:52	TIF 文件	2,095,314 KB
MOD13Q1.A2002241.250m_16_days_NDVI.tif	2018/12/6 8:42	TIF 文件	2,095,314 KB
MOD13Q1.A2002257.250m_16_days_NDVI.tif	2018/12/6 9:33	TIF 文件	2,095,314 KB
MOD13Q1.A2002273.250m_16_days_NDVI.tif	2018/12/6 10:20	TIF 文件	2,095,314 KB
MOD13Q1.A2002289.250m_16_days_NDVI.tif	2018/12/6 11:09	TIF 文件	2,095,314 KB
MOD13Q1.A2002305.250m_16_days_NDVI.tif	2018/12/6 11:58	TIF 文件	2,095,314 KB
MOD13Q1.A2002321.250m_16_days_NDVI.tif	2018/12/6 12:47	TIF 文件	2,095,314 KB
MOD13Q1.A2002337.250m_16_days_NDVI.tif	2018/12/6 13:37	TIF 文件	2,095,314 KB
MOD13Q1.A2002353.250m_16_days_NDVI.tif	2018/12/6 14:26	TIF 文件	2,095,314 KB

图 1 拼接完成的 NDVI 遥感影像

Fig.1 Splicing completed NDVI remote sensing image

最后将每年的 NDVI 图像文件放在同一个文件夹里作为待处理数据(图 2)。

NDVI_2000	2019/12/8 19:03	文件夹
NDVI_2001	2019/12/8 19:15	文件夹
NDVI_2002	2019/12/8 19:39	文件夹
NDVI_2003	2019/12/8 20:02	文件夹
NDVI_2004	2019/12/8 20:25	文件夹
NDVI_2005	2020/2/17 14:04	文件夹
NDVI_2006	2019/12/8 21:10	文件夹
NDVI_2007	2019/12/8 21:32	文件夹
NDVI_2008	2019/12/8 21:56	文件夹
NDVI_2009	2019/12/8 22:20	文件夹
NDVI_2010	2019/12/8 22:45	文件夹
NDVI_2011	2019/12/8 23:09	文件夹
NDVI_2012	2019/12/8 23:34	文件夹
NDVI_2013	2019/12/8 23:58	文件夹
NDVI_2014	2019/12/9 0:23	文件夹
NDVI_2015	2019/12/9 0:48	文件夹
NDVI_2016	2019/12/9 1:13	文件夹
NDVI_2017	2019/12/9 1:39	文件夹
NDVI_2018	2019/12/9 2:01	文件夹

图 2 分组存储的 NDVI 遥感影像

Fig.2 Packet storage of NDVI remote sensing images

2 代码实现

2.1 遥感要素序列提取的原理

遥感要素一般存储在遥感图像中，我们往往需要连续提取多幅图像对应位置的图像信息。因此，遥感要素提取的一种思路就是将需要提取要素的位置转化为掩膜图像，给图像中需要提取要素的位置特殊的编码。然后就可以通过对比栅格编号提取需要的值并对其进行运算。由于遥感图像数据量巨大，必须使用循环来完成多次的数据提取，如需要提取要素的位置较多，还可以加入另一循环来完成。

2.2 程序框架

这个程序由运行环境设置模块、搜索 MODIS 图像基本信息模块、掩膜数据读取模块、MODIS 图像读取模块、NDVI 序列提取模块和数据输出模块六个模块组成。在进行正式的数据提取之前需要配

置 IDL 环境,使得它可以调用 ENVI5.1 的内置函数。环境配置完毕后,需要先搜索存储遥感图像的文件夹下遥感图像的数量和各自的文件名。搜索完毕后就可以开始 NDVI 数据提取的循环了。提取循

环由内中外三层循环组成,外层循环负责遍历存储 MODIS 图像的文件夹,中层循环逐个提取位置掩膜,内层循环逐个提取 MODIS 遥感图像特定位置的取值(图3)。

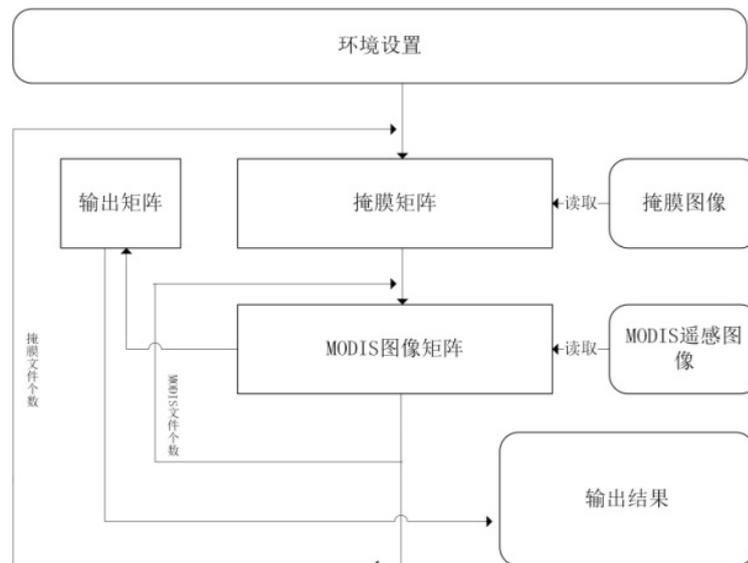


图3 代码流程图

Fig.3 Code flow chart

2.3 运行环境设置模块

IDL 代码编译有时候会出现所调用的 ENVI 函数找不到的情况,所以我们使用“COMPILE_OPT idl2”语句避免这种情况^{[13][14]}。要运行 IDL 的批处理程序还需要加载 ENVI 的部分核心 sav 文件,完成这个功能的代码是“ENVI, /RESTORE_BASE_SAVE_FILES”。IDL 的批处理模式需要一段代码开启,这个代码是“ENVI_BATCH_INIT, LOG_FILE = 'batch_log.txt'”。完成了以上步骤也就完成了 IDL 批处理模式的环境配置。

2.4 搜索 MODIS 图像基本信息

要想处理文件夹下的 MODIS 遥感影像,首先要搜索该文件夹包含的 MODIS 影像文件的个数,这个功能使用 file_search 函数完成。除此之外,还需要从遥感影像的文件名中读取它的时间信息,这个功能靠 strmid 函数从文件名字符串中截取完成。

这样就完成了 MODIS 影像基本信息的获取。

2.5 图像读取

要想提取图像中信息就得先打开图像,决定 NDVI 提取范围的掩膜数据本质上也是图像,所以自动读取图像就成为这个程序中最为重要的部分。IDL 的图像读取方法有很多,我们这里采用比较常规的方案。首先使用 ENVI_OPEN_FILE 函数返回文件名对应文件的 fid 参数,这个参数相当图像文件的编号。然后使用 ENVI_OPEN_FILE 根据返回的 fid 读取图像的波段数、行列数和文件类型等信息,最后使用 ENVI_GET_DATA 函数结合波段数等信息将 MODIS 图像读入为一个矩阵。这样就完成了图像的读取。

2.6 遥感要素提取核心算法

遥感要素(NDVI)提取的核心算法本质上是比对遥感图像矩阵和掩膜矩阵,将特定行列的遥感图

像矩阵记录在输出矩阵中。首先要设置一个足够大提取矩阵 *a1*。然后读入遥感图像矩阵和掩膜矩阵，遥感图像矩阵是一个每个单元格都记录着对应位置 10000*NDVI 值的矩阵，掩膜矩阵是一个和遥感图像矩阵具有相同行列数的矩阵，它的单元格里只包含 0、1 值，需要提取数据的位置取值为 1，其他位置取值为 0。然后逐栅格对比掩膜矩阵的取值，如果单元格取值为 1，就将遥感图像矩阵对应位置单元格的取值传给 *a1* 矩阵。最后对 *a1* 矩阵进行取平均值、最大值和最小值并传输给中间输出结果矩阵 *dat_temp* 就完成了—次 NDVI 的提取。

2.7 文件输出

考虑到数据提取成果需要便于被多种软件读取，我们采用 *dat* 格式输出成果。在输出成果前还需要设置输出文件名，我们采用“掩膜名称+'static'+数据年份”的形式命名每个输出文件。数据输出采用 *openw* 函数完成。

2.8 变量说明

以下是源代码中使用的主要变量的变量说明：

Root_path 为存放数据文件的目录；

Mask_file 为存放掩膜数据的文件目录；

outsum_path 为结果输出路径；

outsum 为提取结果的输出文件名；

data_tif 为掩膜图像矩阵；

data_ndvi1 为遥感影像矩阵；

a1 为单幅图像提取结果矩阵；

data_temp 为输出结果矩阵。

2.9 源代码

```
pro ROI_MODIS_NOVAA
```

```
  COMPILE_OPT idl2
```

```
  ENVI,/RESTORE_BASE_SAVE_FILES
```

```
  ENVI_BATCH_INIT, LOG_FILE =
```

```
    'batch_log.txt'
```

```
  ;配置运行环境
```

```
  Data_tpe='*.tif'
```

```
  ;全局变量，代表输入图像的格式
```

```
  Root_path='H:\PROJECT\yajiang\MOD13Q1'
```

```
  ;存放数据文件的目录
```

```
  Mask_file='H:\me\个人使用材料\雅江物候论文\xinchuli'
```

```
  ;存放掩膜数据的文件目录
```

```
  outsum_path='H:\me\个人使用材料\雅江物候论文\NDVI_serisws\'
```

```
  ;结果输出路径
```

```
  for cc=2005,2018 do begin
```

```
    data_temp=fltarr(5,50)
```

```
    i=fix(50)
```

```
    base_path='NDVI_'+strmid(string(cc),8,4)
```

```
    search_path=Root_path+base_path
```

```
    filename=file_search(search_path,'*.tif')
```

```
    filename1=file_basename(filename)
```

```
    filename2=strmid(filename1,9,4)
```

```
    filename3=strmid(filename1,13,3)
```

```
    ;读取MODIS数据的基本信息
```

```
    mask_path=file_search(Mask_file,'*.tif')
```

```
    ;搜索掩膜数据
```

```
    n=N_ELEMENTS(filename)
```

```
    b=N_ELEMENTS(mask_path)
```

```
    for j=0,b-1 do begin
```

```
      ENVI_OPEN_FILE,mask_path[j],r_fid=tempfid
```

```
        ENVI_OPEN_FILE,temp-
```

```
          fid,NB=NB,DIMS=DIMS,BNAMES=BNAMES,
```

```
          DATA_TYPE=DATA_TYPE,NL=NL,NS=NS
```

```
          data_tif=ENVI_GET_DATA(fid=tempfid,
```

```
            dims=dims, pos=0)
```

```
          c=file_basename(mask_path[j])
```

```
          ;读取掩膜数据
```

```
          FOR i=0,n-1 DO BEGIN
```

```
            ENVI_OPEN_FILE,filename[i],r_fid=tempfid
```

```
              ENVI_FILE_QUERY,temp-
```

```
                fid,NB=NB,DIMS=DIMS,BNAMES=BNA
```

```
                  MES,DATA_TYPE=DATA_TYPE,NL=NL
```

```
                  ,NS=NS
```

```
                data_ndvi1=ENVI_GET_DATA(fid=temp-
```

```
                  fid, dims=dims, pos=0)
```

```
                index1=where((data_tif eq 1) and (data_ndvi1
```

```
                  gt -10000))
```

```
                ;读取MODIS数据
```

```
                a1=data_ndvi1[index1]
```

```

data_temp[0,i]=filename2[i]
data_temp[1,i]=filename3[i]
data_temp[2,i]=mean(a1)
data_temp[3,i]=max(a1)
data_temp[4,i]=min(a1)
;提取淹没范围内NDVI是的均值
ENDFOR

```

```

outsum=outsum_path+c+'static'+filename2[1]+'dat'
;提取结果的输出文件名
openw,lun,outsum,/get_lun,/append
printf,lun,data_temp
free_lun,lun
;输出提取结果
endfor

```

3 NDVI 数据提取实例

现在为了提取西藏那曲的草地的物候信息，需要逐年提取那曲地区 2000 至 2018 年的 NDVI 序列。我们下载了相应的遥感影像并完成了拼接和文件夹存储。然后采用我们编写的代码提取这个序列（图 4）。提取结果如图 5，代码提取结果具有不错的周期性，能够满足物候提取的需要。

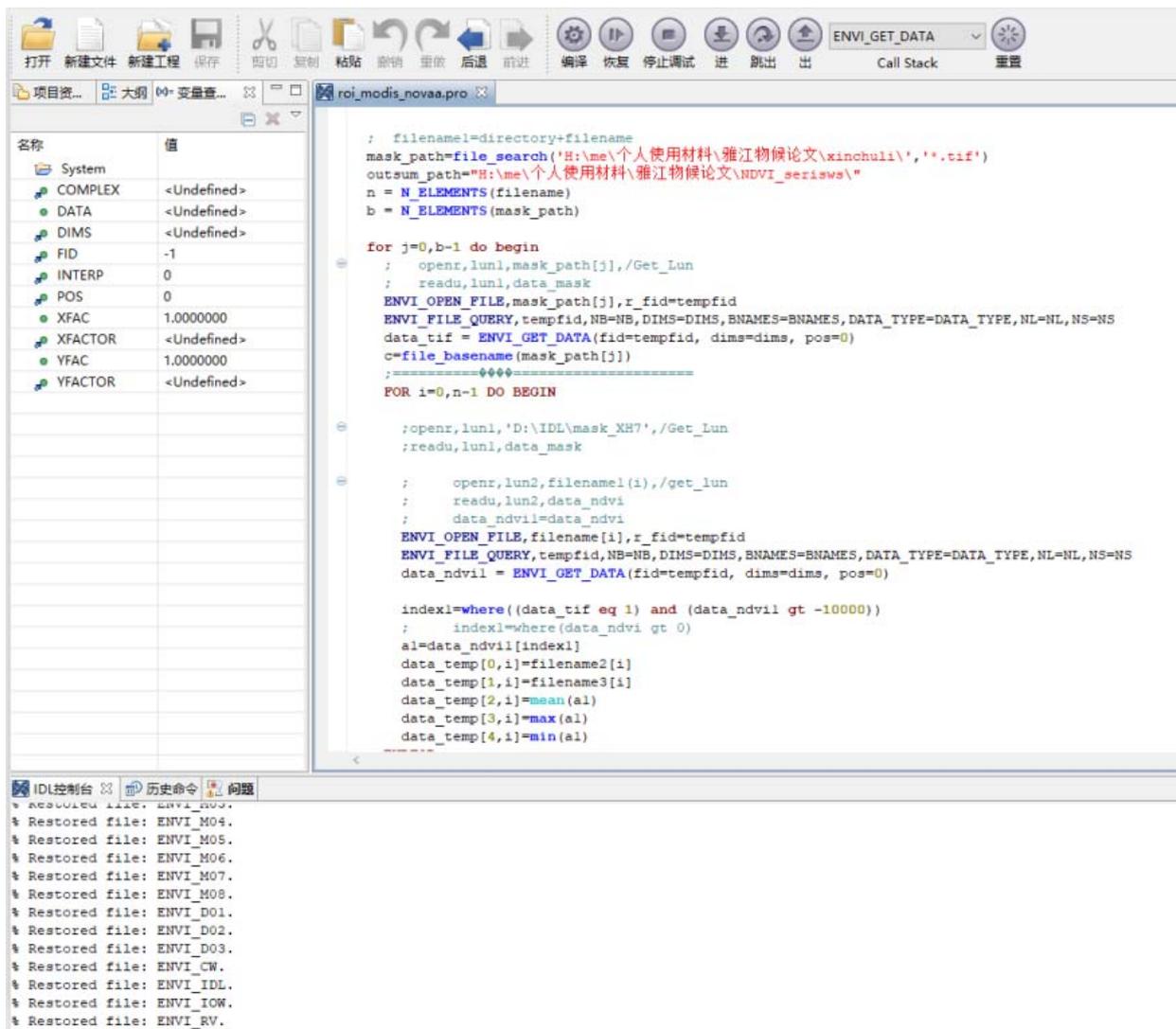


图 4 代码运行界面
Fig.4 Run-time interface

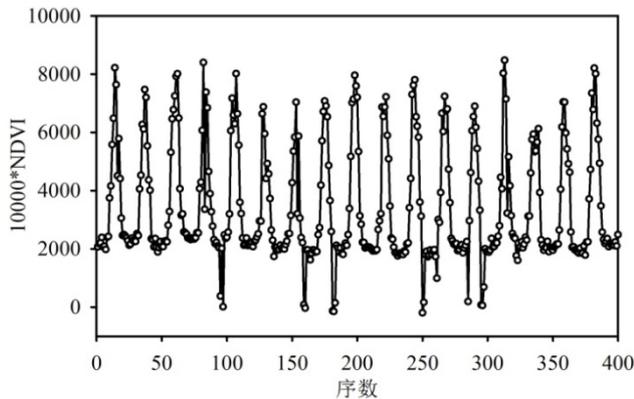


图5 代码提取的NDVI序列

Fig.5 The NDVI sequence extracted by the code

4 结语

随着遥感技术的发展,遥感要素数据列提取需求越来越多,手动提取效率低且不能满足大数据处理的需求。所以我们基于IDL平台编写了提取遥感要素序列的代码,并且以NDVI序列提取为例验证了代码的功能。代码运行情况表明:

- (1) 必要的环境设置可以保障代码平稳运行。
- (2) 在合适的算法的配合下,多层循环的代码也可以有效执行。
- (3) 我们设计的代码可以完成大数据量吞吐。
- (4) 掩膜图像与遥感图像对比的算法可以有效完成多幅图像对应位置信息的提取。
- (5) 该程序可以有效地完成遥感要素序列的提取。

参考文献:

- [1] 万余庆,谭克龙,周日平.高光谱遥感应用研究[M].北京:科学出版社,2006.
- [2] 任继周,胡自治,陈全功.草地遥感应用动态与研究进展[J].草业科学,1996(1):55-60.
- [3] 吕妙儿,蒲英霞,黄杏元.城市绿地监测遥感应用[J].中国园林,2000(05):41-44.
- [4] 翁永玲,宫鹏,WENGYong-Ling, et al.土壤盐渍化遥感应用研究进展[J].地理科学,2006,26(3):369-375.
- [5] 杜子涛,占玉林,王长耀.基于NDVI序列影像的植被覆盖变化研究[J].遥感技术与应用,2008,23(1).
- [6] 王坚,张继贤,刘正军等.基于NDVI序列影像精细化结果的植被覆盖变化研究[J].测绘科学,2005(06):44-45+5.
- [7] 张霞,焦全军,张兵等.利用MODIS_EVI图像时间序列提取作物种植模式初探[J].农业工程学报,2008(05):169-173.
- [8] 张霞,帅通,杨杭等.基于MODIS EVI图像时间序列的冬小麦面积提取[J].农业工程学报,2010,26(13):220-224.
- [9] 朱建章,石强,陈凤娥等.遥感大数据研究现状与发展趋势[J].中国图象图形学报,2016(21):1439.
- [10] 盖迎春,冯敏,尚庆生等.IDL在青藏铁路地理信息系统中的应用研究[J].冰川冻土,2007,29(6):1012-1018.
- [11] 周刚,许德伟,杨燕明.基于IDL语言与控制点影像数据库的图像自动配准技术研究[C]//第十七届中国遥感大会摘要集.2010.
- [12] 曾小健.基于IDL的数值模拟在评价水污染扩散中的应用[J].咸宁学院学报,2009(03):31-34.
- [13] 花春亮.基于IDL的资源三号卫星图像处理分析与质量评价软件研究与实现[D].长安大学,2014.
- [14] 张艳秋,花春亮.基于IDL的图像处理软件设计与实现[J].河南科技,2013(11):9-9.