

融合图像地理信息获取与保留方法及融合图像大小分析

韩学远

2025 年 3 月 24 日

1 引言

在遥感图像处理任务中，地理参考信息（包括坐标参考系统 CRS 与仿射变换矩阵 transform）是保证图像空间定位准确的基础。本报告围绕图像融合任务，首先介绍如何自动提取源图像的地理信息，并将其正确保留至输出融合影像中，使其可被 GIS 软件（如 ArcMap）识别与倾斜显示；接着详细分析了融合影像大小为何为 PAN 图像大小的 1.5 倍。

2 地理信息提取方法与代码说明

为了确保融合图像具备正确的地理定位信息，代码中设计了一个核心函数 `get_valid_geoinfo()`，该函数依次尝试以下两种方式获取地理信息：

2.1 方式一：优先读取嵌入的地理信息

首先，程序尝试直接从 PAN 或 MSS 图像中读取嵌入的 CRS 和仿射变换（transform）：

```
with rasterio.open(path) as src:
    crs = src.crs
    transform = src.transform
    if transform != Affine.identity and crs is not None:
        return crs, transform
```

该段代码通过 rasterio 读取 PAN 或 MSS 图像的地理参考信息。如果图像已经包含有效的 CRS 与仿射变换矩阵，则直接返回。

2.2 方式二：若缺失则从 RPC 文件恢复

对于某些卫星数据（如 GF2），地理信息并不嵌入在主影像中，而是存储于配套的 .rpb 文件中，此时程序将尝试使用 GDAL 模块进行恢复（注：GDAL 推荐通过 conda 安装）：

```
gdal_ds = gdal.Open(path, gdal.GA_ReadOnly)
rpc = gdal_ds.GetMetadata('RPC')
if not rpc:
    return None, None
```

如检测到 RPC 数据存在，则通过 `gdal.Warp()` 生成临时 GeoTIFF 文件，该文件将包含计算后的仿射变换信息：

```
warp_options = gdal.WarpOptions(
    format='GTiff',
    dstSRS='EPSG:4326',
    rpc=True,
    geoloc=False
)
gdal.Warp(destNameOrDestDS=temp_path, srcDSOrSrcDSTab=gdal_ds, options=warp_options)
```

生成后的临时文件再用 rasterio 读取其中的 transform 和 crs：

```
with rasterio.open(temp_path) as temp_src:
    transform = temp_src.transform
    crs = temp_src.crs
```

该方法的优势在于可以真实模拟 RPC 所表达的传感器投影效果，生成具有空间变换信息的图像，确保后续融合图像能在 ArcMap 中正确定位、显示倾斜效果。

2.3 融合图像中地理信息的注入

在完成融合后，程序通过如下方式将获取到的 transform 和 crs 写入输出影像的元信息中：

```
out_profile.update({
    'count': 3,
    'dtype': 'uint8',
    'driver': 'GTiff',
    'crs': crs,
    'transform': transform
})
```

这一设置确保了融合图像将具有地理参考信息，并作为 GeoTIFF 保存。

2.4 ArcMap 倾斜视角恢复说明

虽然 GeoTIFF 中记录了 transform 信息，但由于 rasterio 无法写入 RPC 元数据，因此倾斜显示效果不会自动出现。为解决此问题，需手动操作：

- 将原始 PAN 影像的 .rpb 文件复制到融合图像所在目录；
- 重命名为与融合图像同名（例如：fused_result.tif 对应 fused_result.rpb）；
- ArcMap 加载时将自动读取 RPC，恢复原始倾斜视角。

此方法已在实验中验证，融合影像可在 ArcGIS 中正确倾斜显示并匹配原始位置，如图 1 所示。

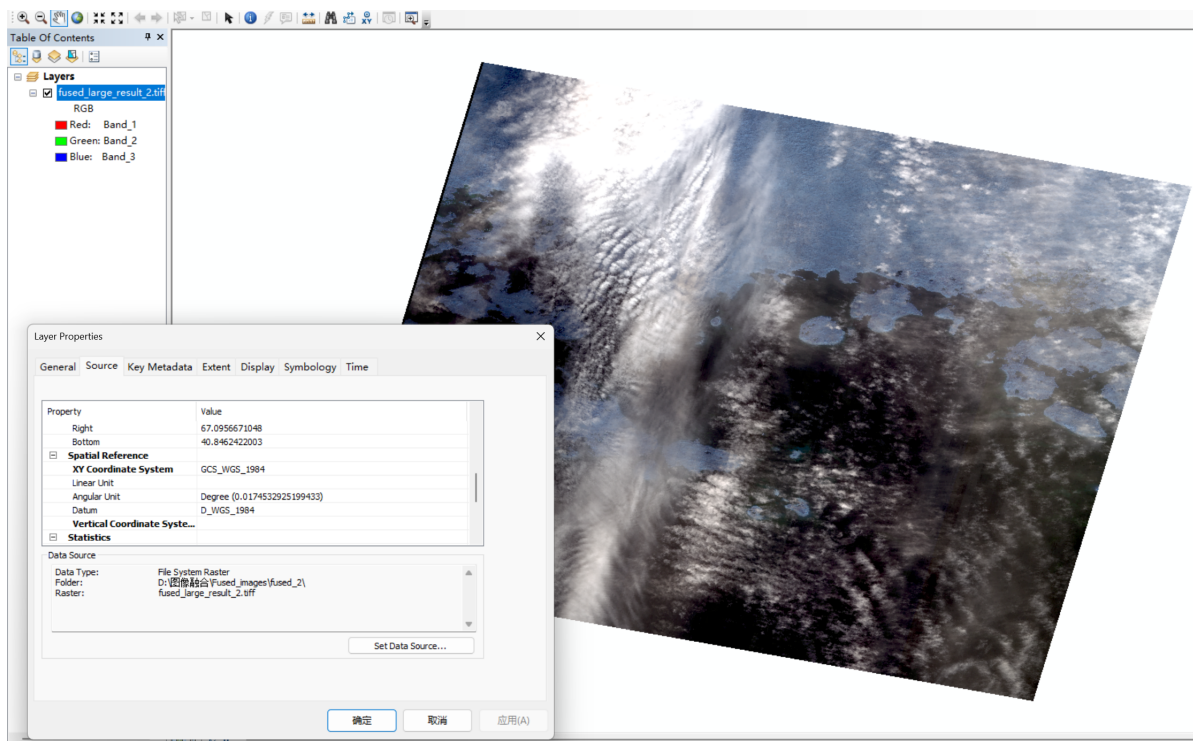


图 1: 包含地理信息的融合图像

3 融合影像大小为何为 PAN 的 1.5 倍：数据格式与分辨率的分析

图像融合后输出的影像在空间分辨率与 PAN 图像相同，但由于融合图像具有 RGB 三个波段，导致其存储体积增加。结合图像实际属性与数据格式，分析如下：

3.1 图像格式与通道数

- PAN 图像为 *uint16*，单波段（灰度图）
- MSS 图像为 *uint16*，4 个波段 (B, G, R, NIR)，但空间分辨率为 PAN 的 1/4

- 融合图像为 *uint8* (代码中设置的), 3 个波段 (RGB), 分辨率等同 PAN

3.2 理论计算

假设 PAN 图像的尺寸为 $W \times H$, 存储大小为 S , 则:

- PAN 图像大小: $W \times H \times 1 \times 2 = 2WH = S$
- MSS 图像大小: $W/4 \times H/4 \times 4 \times 2 = WH/2 = S/4$
- 融合图像大小: $W \times H \times 3 \times 1 = 3WH = 1.5S$

由于融合图片数据格式从 *uint16* 降为 *uint8*, 每像素所需存储空间减半:

$$\frac{3WH \cdot 1}{WH \cdot 2} = 1.5$$

因此, 融合图像的大小约为 PAN 图像的 1.5 倍。

3.3 实例验证

以实际文件为例:

- PAN 图像大小: ~ 394 MB
- MSS 图像大小: ~ 1575 MB
- 融合图像大小: ~ 2.363 GB

转换为相对比例:

$$\frac{2363}{394} \approx 6.0 \quad \frac{2363}{1575} \approx 1.5$$