

文章编号: 1006-4354 (2005) 03-0001-04

消除 MODIS 图像重叠现象的方法研究

李 登 科

(陕西省农业遥感信息中心, 陕西西安 710014)

摘 要: 在 MODIS 1B 图像中, 存在着重叠现象, 俗称“双眼皮”现象 (bow-tie effect), 严重地影响着 MODIS 图像的应用。在使用前必须去除“双眼皮”现象处理。试验证明, 根据“双眼皮”现象形成机理, 利用 IDL 编程的方法, 是去除“双眼皮”现象快速有效的方法。

关键词: MODIS; bow-tie effect

中图分类号: P412.27

文献标识码: A

1 MODIS 图像的重叠现象

MODIS 数据经过辐射校正后生成的 L1B 产品存在着独特的重叠现象, 俗称“双眼皮”现象 (bow-tie effect), 使得 MODIS 的边缘数据无法使用, 影响了数据的实际应用^[1]。“双眼皮”现象表现为相邻两个扫描行之间有部分的数据相同, 越向边缘重复数据越多, 在线状地物附近表现尤为明显, 河流不仅左右错开, 而且上下有部分重叠 (见图 1)。

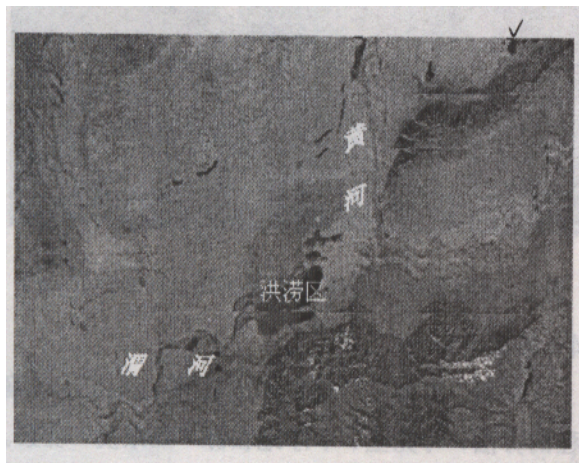


图 1 MODIS 250 m 数据的 Bow-tie Effect
(2003-09-23)

2 MODIS 图像的“双眼皮”现象的形成机理

MODIS 1B 影像的几何畸变与 MODIS 探

测器的成像特点密切相关。MODIS 探测器是一种被动式摆动扫描探测器, 其横向扫描角为 $\pm 55^\circ$ 。每条扫描线由 1 354 个 1 km 的像素或 2 708 个 500 m 像素或 5 416 个 250 m 像素组成。由于地球曲率的影响, 扫描线的实际跨度大约为 2 330 km。每完成一次扫描, MODIS 探测器沿轨道前进 10 km, 这 10 km 的区域就是一个扫描带。扫描条带的宽度分别为 10 个像素 (1 km 分辨率)、20 个像素 (500 m 分辨率)、40 个像素 (250 m 分辨率)。由于 MODIS 探测器对地球观测的视野几何特性、地球表面的曲率、地形起伏和 MODIS 探测器运动中的抖动等因素的共同影响, MODIS 1B 数据存在几何畸变, 特别是 MODIS 1B 数据的扫描带之间的错位现象十分严重。“双眼皮”现象随着观测角度的增大而趋严重, 计算表明, 在视角为 24° 时, 条带的重叠度为 10%, 而在条带的两端重叠度达 50%^[2]。

图 2 是分辨率 1 km 的 MODIS 数据左半部分的 Bow-tie Effect 示意图^[3], 图中显示有 3 条扫描带, 每一帧有 10 个像元, 每个像元在星下点处分辨率为 1 km, 所以每个扫描带宽度为 10 km。由于每扫描一次地球会自转一定距离, 图上显示 3 个扫描带之间有一个小的错动。由于地球曲率的影响和扫描角度的增大, 越向边缘像元尺

收稿日期: 2005-01-24

作者简介: 李登科 (1963-), 男, 陕西周至人, 学士, 高级工程师, 从事遥感应用业务服务和研究工作。

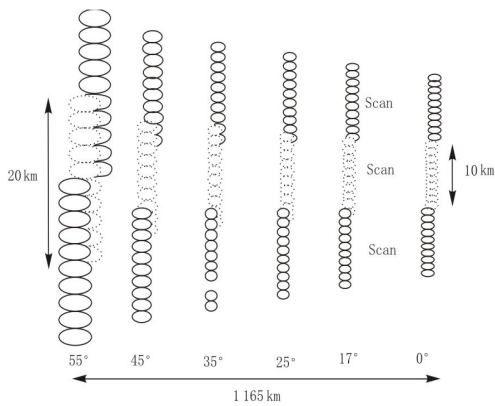


图2 MODIS 1 km 数据左半部分
Bow-tie Effect 示意图

寸越大,在最边缘处的一个扫描带的宽度已增大到 20 km,相邻的扫描带之间已有 10 km 的重叠。

3 消除 MODIS 图像的“双眼皮”现象的方法

HDF 格式 (Hierarchical Data Format), 是美国国家高级计算应用中心 (National Center for Supercomputing Application) 研制的新型数据格式^[4]。HDF-EOS 是对 HDF 格式的扩展, 专门用于存储 EOS 数据产品。MODIS 1B 产品文件就是采用 HDF-EOS 格式, 它使用三种 HDF 数据对象, 即科学数据集 (SDS)、虚拟数据 (Vdata) 和文件 (全局) 属性, 包含图像数据、地理位置、轨道参数、仪器噪声等数据和参数。美国 RSI 公司 (Research Systems Inc.) 的 IDL (Interactive Data Language) 交互式数据语言提供了几十个函数可对 HDF 数据进行读写处理, 极大地方便了普通用户。本文利用 IDL 中的函数对 HDF 文件进行处理以去除“双眼皮”现象。

以 250 m 的 MODIS 数据为例说明数据处理思路^[5-6]。250 m 的数据每条扫描带包含 5 416 列 40 行数据, 每相邻的两条扫描带之间存在着“双眼皮”现象。首先计算相邻的两个扫描带之间存在着多少行重复数据。以第 1 列为例:

(1) 第 1 列到第 3 列、第 38 行到第 40 行数据产生一个 3×3 矩阵 A , 以第 1 列到第 3 列、第 41 行到第 43 行数据产生矩阵 B , 计算 A 和 B 的相关系数。

(2) 将矩阵 B 下移 1 行, 重新计算相关系数。

(3) 重复步骤 (2), 直到第 80 行, 这样就得到 40 个相关系数。

(4) 取 40 个相关系数最大的一个, 他所对应的行数减去 40, 再加上 3, 即为重复行数。最后算出对于第 1~3 列数据每扫描行有 20 行是重复的。

(5) 两条扫描带有 20 行重叠, 即第 21~40 行和第 41~60 行数据是相同的, 去除 21~40 行, 将第 1~20 行扩展为 40 行大小, 数据变为 1~20, 41~60, 61~80, 这样地物是连贯的, 即去除了“双眼皮”现象。

(6) 将矩阵 A 向图像中心移动, 计算每列上的重复, 结果应该是逐渐减小, 利用这一规律可以对某些异常值进行取舍。

图 3 是与图 1 对应的去除“双眼皮”现象之后的结果, 河流边缘平滑, 且周围地物没有重叠现象。

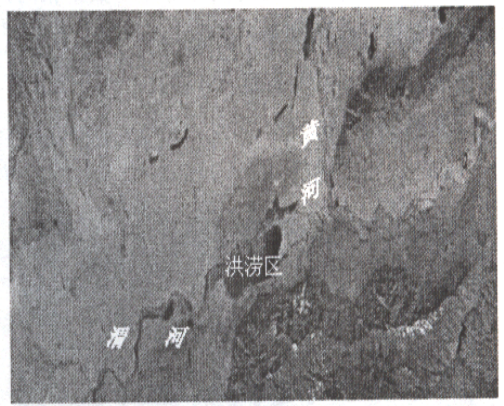


图3 去除 Bow-tie Effect 以后的图像(2003-09-23)

4 结果与讨论

根据“双眼皮”现象形成机理, 利用 IDL 编程的方法, 可完全、干净地去除“双眼皮”现象。那么, 消除“双眼皮”现象前后 MODIS 图像的特征是否发生改变, 通过对消除“双眼皮”现象前后图像直方图和剖面光谱特征的比较来说明。

4.1 直方图比较

去除“双眼皮”现象前后直方图对比 (图 4) 可以看出, 纠正后图像直方图曲线相对于原曲线有所放大, 但形状是基本一致的, 说明纠正前后图像的色调和清晰度基本上没有发生改变。

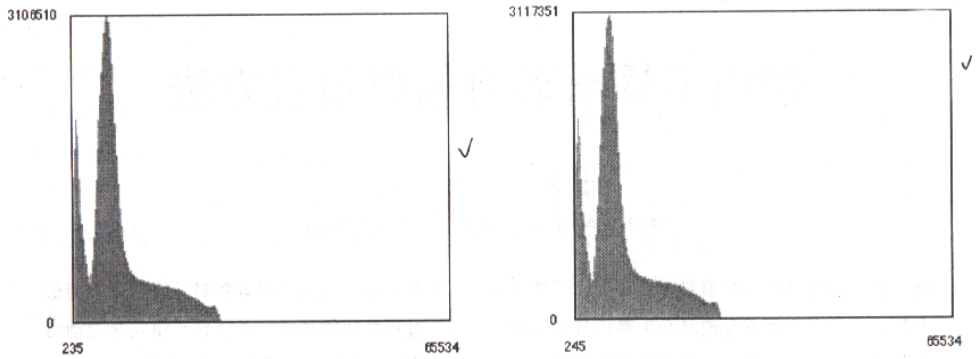


图4 去除 Bow-tie Effect 前(左)后(右)直方图对比(CH2, 2003-09-23)

4.2 剖线图比较

为进一步验证“双眼皮”的消除效果, 分别在第2波段原始影像和纠正后影像(2003-09-23), 沿由上到下穿过渭河及洪涝区的线段(753, 6 800) — (753, 6 960)采集像素值, 把采集的数据做成剖线图, 如图5所示, 平行于 y 的实线为条带起始线, 实线两侧的虚线有一段(约为14个像素)在形状上非常相似, 这是因为相邻两个条带之间存在着重叠。纠正前后剖线对比说明, 纠正后的剖线不存在重复曲线段; 去掉纠正前的重

复部分, 其形状与纠正后的剖线极为相似; 纠正后的像素位置向下有所偏移。因此, 上述方法纠正后的MODIS图像完全消除了“双眼皮”现象, 但引起像素位置向下偏移。偏移的原因是, 在去除“双眼皮”现象的时, 去除了重复行的数据, 将剩余数据通过插值放大, 相当于地物整体向下移动, 越到扫描行边缘下移越大, 给地物位置带来了一定程度的误差(最大误差可达6个像元)。所以, 在去除“双眼皮”现象之后, 还需进行几何精校正。

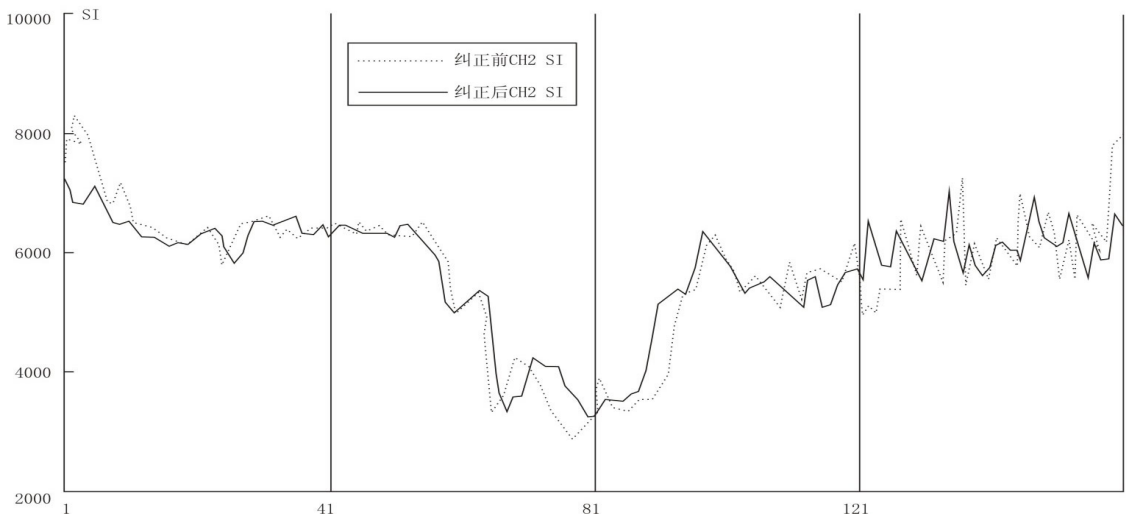


图5 去除“双眼皮”现象前后的剖线图对比(CH2, 2003-09-23)

5 结论

在MODIS 1B图像中, 实际要监测的目标地物绝大部分存在“双眼皮”现象, 在使用前必须

进行去除“双眼皮”处理。弄清楚“双眼皮”现象形成的原因, 是消除“双眼皮”现象的关键。利用IDL编程的方法, 是去除“双眼皮”快速有效

文章编号: 1006-4354 (2005) 03-0004-03

铜川市暴雨动力相似预报方法

王灵一, 孙田文

(铜川市气象局, 陕西铜川 727031)

摘要: 利用高空实况资料客观分析, 计算出多层、多时次的诸物理量格点资料, 采用动力相似方法, 找出铜川市有暴雨日与无暴雨日的前期、开始、过程中的物理量气候差别, 建立暴雨动力相似预报方法, 业务化时用实况资料与 T213 数值产品共同作预报, 效果良好。

关键词: T213 产品; 物理量; 动力相似; 暴雨预报

中图分类号: P457.6

文献标识码: A

1 方法思路

在暴雨个例分析中, 每次暴雨过程有不同的影响系统, 而每次各系统的强弱不一, 在物理量场上所表现出来的特征也各不相同, 有时在个例分析中看到的显著特征, 而到了另一次过程中降水却很小, 那么, 到底物理量和实际降雨量有没有一种量的关系? 暴雨预报应怎样应用这些物理量? 本文初步统计了铜川暴雨与高空物理量值变化之间的关系。

暴雨的动力相似预报方法的基本思路^[1]是: 各次暴雨过程的物理量特征虽不同, 但多次暴雨过程的物理量平均值将代表暴雨过程的物理量气候特征; 同样, 多次无暴雨过程的物理量平均值也代表无暴雨过程的气候特征, 则有暴雨和无暴雨过程的气候特征就通过物理量值的差异体现出来。预报时, 实际物理量与这两种特征物理量相

比较, 接近哪一类则预报为那一类。

2 动力过程相似的确定

2.1 选用的空间范围

动力相似预报, 是在暴雨落区范围内, 研究四维空间内暴雨过程的发生、发展变化的特征。水平方向上考虑的是一定范围的场作为一个预报因子, 而不是一个点; 垂直方向上, 从低层 850 hPa 到高层 200 hPa 的厚度层; 时间上, 考虑了 3 个时次, 即暴雨发生、发展的过程; 因子方面, 考虑影响降水的热力、动力、水汽、稳定度等多种因子。

查阅铜川暴雨历史个例, 从 MICAPS 系统中 $4^\circ \times 4^\circ$ 区域内的实况资料场上, 在影响铜川天气的关键区选东西方向、南北方向各两个格点, 动力场和形势场一般取 $32 \sim 36^\circ \text{N}$, $104 \sim 108^\circ \text{E}$ 范围, 水汽通量散度场选 $108 \sim 112^\circ \text{E}$, 大致以铜川为中心, 一层等压面上 4 个值; 垂直方向选用了

收稿日期: 2004-12-28

作者简介: 王灵一 (1964-), 女, 陕西合阳人, 工程师, 学士, 从事天气预报工作。

的方法。

参考文献:

- [1] 刘玉洁, 杨忠东. MODIS 遥感处理原理和算法 [M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [2] 蒋黎明, 刘荣高, 牛铮, 等. MODIS 1B 影像几何纠正方法研究及软件实现 [J]. 遥感学报, 2004, 8 (2): 158-164.
- [3] MODIS Level 1A Earth Location: Algorithm

Theoretical Basis Document [Z]. 1997, <http://modis.gsfc.nasa.gov>.

- [4] HDF User's Guide [Z]. 1999, <http://modis.gsfc.nasa.gov>.
- [5] 郭广猛. 非星历表法去除 MODIS 图像边缘重叠影响的研究 [J]. 遥感技术与应用, 2003, 18 (3): 172-175.
- [6] 郭广猛. 关于 MODIS 卫星数据的几何校正方法 [J]. 遥感信息, 2002, (3): 26-28.