

基于遥感卫星影像的森林火险监测

Forest Fire Danger Monitoring Based on Remote Sensing Satellite Images

吕亚勋

Yaxun Lv

北京千乘探索科技有限公司
中国·北京 100190
Beijing Qiancheng Exploration Technology Co.,
Ltd.,
Beijing, 100190, China

【摘要】本文提出利用低分辨率但覆盖面积广且重访周期短的气象卫星发现着火点,再利用高分辨率微型卫星星座进行定点跟踪拍摄的组合模式,不仅能实现对火险的快速识别,并能对着火区域及火势蔓延趋势进行详细跟踪和预测,这些数据还可以与消防人员的工作部署联系起来,他们可以在火灾发生时快速获得数据,从而更好地针对目前的火灾类型做出反应,并可在灾后对灾损区域及损失进行定量评估。

【Abstract】This paper proposes a combined mode of using low-resolution meteorological satellites with wide coverage area and short revisit period to find the fire point, and then using high-resolution micro-satellite constellation for fixed-point tracking and shooting. Detailed tracking and prediction of the fire area and the spread of fire. These data can also be linked to the work deployment of firefighters. They can quickly obtain data when a fire occurs, so as to better respond to the current fire type, and Quantitative assessment of the damaged area and losses can be made after the disaster.

【关键词】遥感卫星影像;森林火险;监测

【Keywords】remote sensing satellite imagery; forest fire risk; monitoring

【DOI】10.36012/se.v2i2.1554

1 技术流程

具体技术流程如图 1 所示。

2 技术途径

2.1 火灾识别

气象卫星具有覆盖范围大、全球快速重访的特点,但其分辨率低无法详细统计火灾的具体面积和过火情况,而高分辨率卫星具有观测细致、统计详细等优点。因此通过各类卫星资源的优势互补,可根据全球大面积覆盖且重访频次高的气象卫星数据,快速确定疑似发生火灾的地点,再利用高分辨率卫星影像对疑似火灾地点进行近实时、详细监测,排除虚警信息,并确认火灾发生地点、过火面积等详细信息。

2.1.1 着火点识别

在气象卫星对火灾进行粗略识别基础上,利用高分辨率遥感卫星的定点观测,排除气象卫星的虚警信息,确定着火点,在高分辨率遥感真彩色影像上可清晰看到着火点

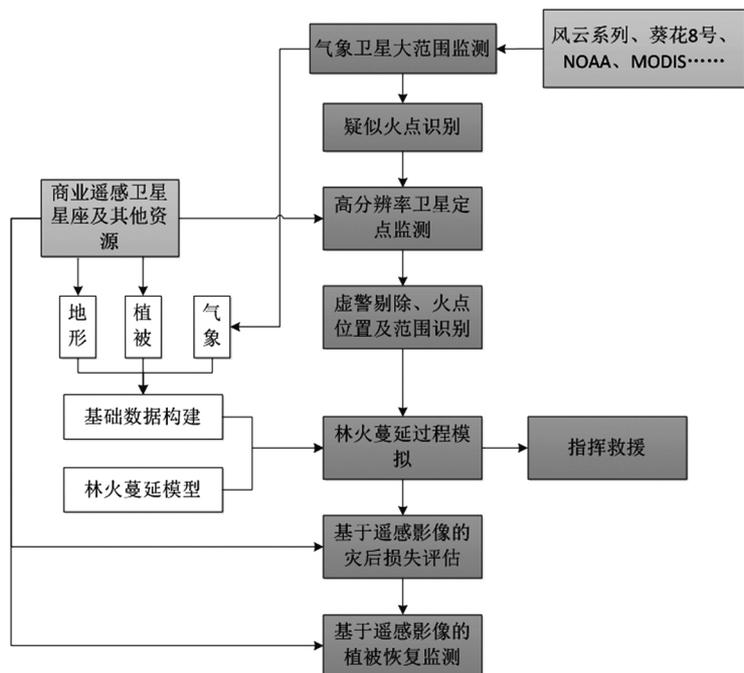


图 1 森林火险遥感监测业务总体流程图

的红色火焰及火焰产生的浓烟,通过影像精准定位处理,从而确定各个着火点的具体位置并判断火焰蔓延趋势。

摄影测量 Photogrammetry

2.1.2 火烧迹地识别

利用低分辨率风云 3A 气象卫星数据和哨兵 2 号高分辨率卫星影像分别识别的过火区面积。可发现,低分辨率气象卫星影像可快速高效识别火灾信息,高分辨率影像对过火区域分布识别更准确。

2.1.3 高分辨率影像火灾区地物识别技术

高分辨率影像可通过判断有无火烧迹地、火灾浓烟等排除虚警信息,并对火灾区地类通过深入的波段分析进行详细的地物种类识别。

地物识别的最主要的因素之一是光谱特征,因为不同的地物具有不同的光谱特性。根据多光谱影像的蓝光、绿光、红光、红边、近红外等多个波段的反射率值(依次记为 B1、B2、B3、B4、B5……)作为变量,将研究区地物分为植被、裸地、水体、火烧迹地、阴影、雪等多种类型。

通过对不同地物的光谱特征分析,以森林火灾为例,基于高分 6 号卫星数据,对火灾重点区域进行过火面积识别,并统计各地类过火面积如表 1 所示。

表 1 某林场过火地类面积统计表

地类	林地	草地	耕地	湖泊沼泽	总计
面积/ha	8559	3059	45	322	11 985

高分辨率遥感卫星,还可生动地展现火灾发生前、刚刚发生时及发生后的地物变化情况。其中着火点位置及灾后火烧迹地范围清晰可见。

通过中国商业卫星公司自研遥感卫星星座可拍摄全球任意地点的高分辨率多光谱遥感影像,可实现全球范围的火点监测且卫星运营自主可控,再结合其他国内外高分辨率卫星资源,可满足高分辨率影像对火点区域的近实时监测服务。

除了卫星遥感数据源,北斗卫星或其他商业通信卫星的通信服务可将火灾重点监测区域地面布设的火险监测仪收集到的空气温度、干燥度、二氧化碳浓度等信息上注到卫星,卫星经过地面接收站时回传给地面站,克服了边远地区无网络覆盖时数据收集的问题^[1]。

2.2 指挥救援

中国自主研发的“遥感+通信”卫星星座的数据获取能力,可监测火点位置、过火面积、植被类型等信息,再结合地形信息、实时风速风向等气象信息,利用火势蔓延模型,综合生成火势蔓延趋势专题图,通过火势蔓延预测、消防队员及救援物资所处位置等信息,构建基于 GIS 的智能救援指挥系统,实现智能化、实时化的信息处理及展示服务,利用空间分析功能,生成火点最佳扑救路径,并通过移动终端将信息下发给消防员,为林火扑救的决策指挥提供科学依据和技术支撑。

2.3 损失评估

对比火灾前后的高分辨率影像,采用半自动解译方法,从灾后影像中提取火场过火区范围;通过火灾前植被种类、森林高度、碳储量等信息,对林区火灾造成的损失进行定量化评估分析。火灾过火面积和燃烧受损程度,可通过燃烧面积指数(BAI)与人工判识相结合的方式判定。根据过火面积和损毁程度,进行定量损失评估,为灾后再种植恢复提供依据。

通过对该林场灾前灾后遥感影像信息识别分析,统计出该林场火灾火场过火面积共 11 985ha,其中林地面积 8559ha、草地面积 3059ha、耕地面积 45ha、湖泊沼泽面积 322ha。

2.4 灾后恢复监测

利用灾后恢复历程多期影像定性分析生态系统植被分量年度恢复进程,最终以生长季末期遥感影像为基础,利用归一化植被指数(NDVI)分级与人工判识相结合的方式解译有林地的恢复质量和效率等情况。

3 典型案例分析

2020 年 3 月 30 日 15 时 51 分,西昌市护林防火指挥部办公室接到电话报警马鞍山方向发生森林火灾,初步判定,起火位置位于凉山州大营农场,由于风势较大,山火迅速蔓延至泸山。经过 3600 余名扑火队员连续奋战,以牺牲 18 位消防战士及 1 位向导的惨痛代价,截至 4 月 2 日 12 时 01 分,四川省凉山州西昌市泸山森林大火明火已被扑灭,转入清烟点、守余火、严防死灰复燃阶段。

为了在灾害发生初期高效准确地确定着火点位置及火势蔓延趋势,给前线消防战士提供最佳救援方案,避免造成更大的财产损失及人员伤亡,并在灾后进行定量灾损统计,利用遥感卫星进行火灾监测具备天然优势。

3.1 着火点初步识别

气象卫星具有覆盖范围大、全球快速重访的特点,但其分辨率低无法详细统计火灾的具体面积和过火情况,而高分辨率卫星具有观测细致、统计详细等优点。因此通过各类卫星资源的优势互补,可根据全球大面积覆盖且重访频次高的气象卫星数据,快速确定疑似发生火灾的地点,再利用高分辨率卫星影像对疑似火灾地点进行近实时、详细监测,排除虚警信息,并确认火灾发生地点、过火面积、受损程度等详细信息。以下以西昌泸山火灾为例说明卫星监测火灾过程。

利用风云 3 号气象卫星每天覆盖全球一次的观测能力,从 3 月 31 日卫星云图上可以清晰看到着火点位置及现场浓烟。确定其大致经纬度坐标。并利用其每天覆盖全球一次的观

测能力对火情进行持续监测。

3.2 过火区域影像对比

在利用风云3号等气象卫星对火灾区域进行粗略识别基础上,利用高分辨率遥感卫星的定点观测,确定火场的精确范围,并分析灾后受损程度。

3.3 受损程度定量分析

通过灾后千乘一号01星影像与灾前谷歌影像对比可以明显发现,灾后大面积植被烧毁,为了精确确定着火具体范围及受损程度,采用灾前影像与灾后影像植被覆盖度指数进行定量分析,并根据燃烧程度划分四个等级,计算了本次西昌森林火灾过火总面积为2990ha。西昌森林火灾燃烧程度划分为低、中、中高和高4个等级,面积分别为372ha、420ha、1324ha、874ha。

通过叠加三维地形信息,可以得知火灾范围及受损程度与地势和风向相关,西侧山区及山顶受损严重,山谷区域及东侧山坡受损较轻。

4 结语

此次火灾整体而言是十分惨烈,其中,中高等级和高等级

燃烧程度的区域占有过火区域达70%以上。

同时,从叠加高程信息的三维展示图还可以看出,在过火区域中,相对较低的平坦区域和山谷区域燃烧程度较轻,陡坡和海拔相对较高的山顶区域燃烧程度较高。这是因为在火灾发生时,地形高低会影响火场的局部气候,崎岖的地形和陡峭的山坡在火灾发生后会导致强烈的山谷风,较有利于火势向陡坡和海拔相对较高的山顶蔓延。此外,本次火灾西侧的燃烧烈度整体高于东侧。

传统的森林火灾燃烧烈度评估大多通过人工野外调查来完成,这一过程需要投入大量的人力和物力,而且基于野外调查得到的结果仅仅只能代表小范围的景观尺度。

遥感技术依靠其高时空分辨率以及大范围监测的优势,为评估森林火灾燃烧烈度提供了一种省时省力的新手段。

参考文献

- [1]付迎春.基于MODIS遥感影像的森林火灾火点检测方法[J].华南师范大学学报,2008(8):7.

(上接第40页)

①对相关参数进行控制。辅助参数文件和元数据文件构成了卫星遥感影像的参数文件。它体现的是一个国家航天技术的指标,为了防止这些信息泄露,绝大部分国家都不会将遥感的原始数据提供给使用者,这也是为了隐藏数据中的关键信息,而元数据则涵盖了遥感影像的说明文件,为了国家安全,在不影响客户使用的情况下,应该根据客户的涉密等级和用户的级别将有关参数的精度降低,或者隐藏某些参数。

②影像数据控制策略。针对敏感区域的影像,可以采取不开放的策略,还可以采取延迟开放的策略,还要对对象的分发范围作出限制。对于包含敏感目标的影像的公开,需要经过审批方式,还要采取解密处理技术对影像进行处理,针对国外的目标还有一些已经公开的国内目标,采取的是不处理和标注等策略。对于有其他来源的数据,采用历史数据来替换处理技术,对于重要目标的影像,采用光谱特性和细节处理目标。

3.3 可用性分析

对于敏感要素的隐藏前提,是不能影响数据的一般使用效果,所谓一般使用,则是指用于服务社会大众的各个国民经济建设领域,这种使用和国家安全和秘密方面的应用是由很大区别的。

①对卫星遥感影像进行合理的开放,可以满足公众和国

家的大多数行业对遥感影像的应用需求,也代表了一个国家在遥感影像方面的国际竞争力。②为了保障大多数用户的使用需求,可以采用降低数值精度的方法,保留波段信息、空间分辨率、摄影时间、空间范围等信息,来满足客户对影像时相的需求和区域的需求,使用RPC模型代表原始影像数据是目前国际上发布遥感影像的国际惯例,这一技术可满足遥感影像处理和研究的基本需求。③一般对影像更新时间的控制都是特殊时期下的处置工作,这种处置不会影响到影像的整体使用,也不会影响到客户对数据的使用保障。

4 结语

综上所述,对遥感影像的使用进行控制是非常有必要的,政府必须出台一系列政策,明确遥感影像的管理机构、开放界限等,要制定一系列遥感影像使用的审批流程。除此之外,卫星遥感影像的解密技术也需要有关部门的不断研究,确保卫星遥感影像能够安全有序为民所用。

参考文献

- [1]周润松.美国商用高分辨率遥感数据的管理和使用[J].卫星应用,2009(2):50-51.
[2]徐正全,徐慶彦.可视媒体信息安全[M].北京:高等教育出版社,2012.