

基于 ERDAS 的震害影像增强功能实现*

张 磊 张景发

(中国地震局地壳应力研究所, 北京 100085)

摘 要: 遥感技术的发展为地震灾害快速调查、震害损失评估提供了一种新的手段和方法, 并为地震救援提供了重要、可靠的数据依据。通过震害影像增强处理, 能够快速及时地从宏观上描述地震的破坏信息。为了突出震害影像上的灰度和纹理信息, 本文以 ERDAS 为平台, 实现了一系列针对震害影像的增强处理方法, 并达到了很好的效果。

关键词: 遥感 ERDAS C-Toolkit 震害 增强

1 引 言

人类利用航空遥感技术对地震进行调查, 始于 1906 年发生在美国的旧金山 8.3 级地震^[1]。之后, 各国开始广泛的利用遥感技术做震害调查和评估工作。20 世纪 60 年代中期, 我国的地震部门和中国科学院的相关部门开始利用航测和航摄技术获取地震的灾情信息; 20 世纪 90 年代以来, 众多学者开始依据震后地物的变化导致的遥感影像上的光谱特征和纹理特征的差异, 采用灰度均值、标准差以及共生矩阵等影像统计特征来进行灾情的获取和评估。在国外, 美国、日本和欧洲的一些国家都有不少的研究机构从事遥感影像在地震灾情信息快速获取、震害快速评估等相关方面的研究。

遥感技术的快速发展为地震灾害快速调查、震害损失评估提供了一种新的手段和方法, 并为地震救援提供了重要、可靠的数据依据。通过图像增强处理能够突出震害影像上的光谱和纹理异常信息, 有利于描述灾区震后总体状况、建筑物的破坏范围及程度, 从而提高震害评估的速度^[2]。1993 年, 张德成开始了利用航空照片对建筑物震害目视判读研究, 杨喆利用航空遥感影像对澜沧-耿马地震灾情进行调查; 2004 年 M. Turkey 和 B. T. San 利用 Prewitt 滤波的方法检测建筑物的边缘, 并结合建筑物的多边形矢量 GIS 数据对土耳其地震造成的倒塌建筑物进行研究^[3]; 2005 年 Huyck 和 Adams 利用基于邻域的边缘差异度变换检测算法对伊朗巴姆地震进行了研究^[4]。国内外众多对震害的调查和研究工作表明, 震害影像的增强在震害信息提取和识别方面发挥着重要的作用。

2 震害增强方法开发背景

2.1 开发平台

本文实现的震害影像增强方法, 以 ERDAS 为开发平台。ERDAS IMAGINE 是美国

* 科技部科技支撑计划 (2006BAC 13803—0102) 资助。

ERDAS 公司开发的遥感图像处理系统^[5]。它拥有先进的图像处理技术,友好、灵活的用户界面和操作方式,以模块化的方式提供给用户。用户可以根据自己的应用需求选择不同功能模块及其组合,对系统进行裁剪,以满足用户的专业需求。

此外,ERDAS 还为用户提供了一系列客户化工具 EML (ERDAS 宏语言)、SML (空间建模语言)和 C Developer' s Toolkit (简称 C Foolkit)。EML 是一种文本语言可用于定义用户界面的结构和内容,并提供了某些基本过程的编辑能力。SML 是一种脚本语言,为用户提供了 23 类共 200 多个函数和操作算子,用户可以根据实际需求利用 Model Maker (模型生成器)绘制模型流程图完成需要的模型设计^[6]。C Foolkit 是为有编程者提供了一套 C 语言应用程序接口 API,用户可以根据需求开发新的功能。为了从整体上满足震害评估系统的需求,本文利用 C Toolkit 实现了一系列实用、有效的针对震害影像的增强处理方法。

2.2 开发需求

遥感技术以其实时、快捷、经济等特点,为地震灾情的调查和快速评估提供了重要的数据源。近年来高分辨率卫星的发射,为遥感技术在地震灾害评估中的应用奠定了坚实的数据基础。地震发生前,遥感影像上建筑物灰度及其结构呈现规则性和有序性。由于地震的破坏,震后遥感影像上波谱信息和纹理信息呈现非规则 and 紊乱性。这就为震害影像的处理提供了思路,利用图像灰度和纹理的变化提取震害信息,获取特征目标的破坏程度和类型等信息,最终达到震后灾害评估的目的。虽然 ERDAS 提供了丰富的空间增强、辐射增强和波谱增强方法,但没有针对震害遥感影像处理的方法。因此,为了突出地震前后遥感影像上的光谱信息以及纹理信息,需要一套行之有效的针对震害提取的增强方法,以将其最终的增强结果用于震害评估。

3 震害增强方法的实现

ERDAS C Toolkit 为用户提供的丰富函数,本文在实现过程中利用 eimg 包提供的影像访问函数,获取遥感影像的相关信息;利用 evec 包提供的矢量处理函数,获取矢量文件的相关信息;利用 eprj 包提供的相关函数获取文件的投影信息;利用 eerr 包提供的错误处理相关函数,控制功能执行过程中出现的错误信息。利用 eimg、evec、eprj 以及 eerr 提供的函数可以方便地获取读入图像或矢量的相关信息,结合图像增强的相关算法,实现了包括邻域计、共生矩阵、边缘增强、形态学和图像运算共 5 大类共 39 种方法 (表 1)。

表 1 震害影像增强方法







邻域统计	均值、方差、标准偏差、全距、绝对差、绝对偏差、峰度、信息熵、强度和、最小值、最大值、纹理长度、纹理梯度、灰度方向差
共生矩阵	均值、方差、一致性、反差、相关性、二阶距、信息熵、分散度
边缘增强	Sobel、Lapacian、高斯低通滤波、低通滤波、高通滤波、方向滤波、Canny 算子边缘提取
形态学	腐蚀、膨胀、开、闭
图像运算	差值、比值、加法、乘法、相关性、差异性

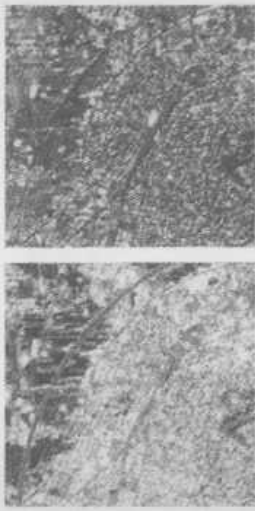
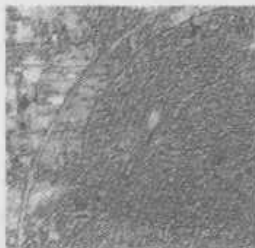

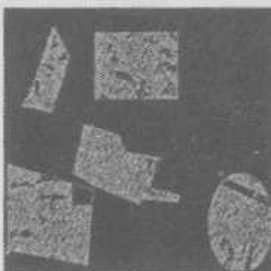
考虑到在震害信息提取过程中，专家或用户往往只关注某一特定区域或目标，实现过程中利用 `evcc` 包提供的矢量处理函数，通过读取用户指定的矢量文件，获取矢量多边形外接矩形的坐标，进而对外接矩形内的图像进行增强处理，最后通过判断外接矩形内的点与矢量多边形的关系来实现对用户感兴趣的区域进行增强处理。至此，用户根据自身需求不仅可以对输入的遥感影像进行全图处理，还可以对用户感兴趣的某一特定的区域或目标进行处理。

4 震害增强方法应用实例

本文从唐山地震航片中截取 512×512 大小的图像，验证各类增强方法的正确性和有效性。图像运算方法则利用台湾集集地震前后的震害影像来验证方法的有效性。部分震害影像增强方法结果见表 2。

表 2 震害影像增强结果列表

原 图	增强处理结果图像	图像处理分析
	 邻域统计—最小值	该图是经过邻域统计最小值计算后的图像。图中，明显能分辨出倒塌房屋和震后残留的完好的房屋。邻域统计增强其实质是以某点局部区域内的灰度统计特征作为图像纹理测度，可以快速增强某种感兴趣的区域
	 共生矩阵—信息熵	该图为经过共生矩阵一致性计算后的图像。图中，能够看到完好集合形状的区域为震后残留的完好的房屋，倒塌地区纹理不规则。共生矩阵计算表示局部区域内影像灰度之间的空间变换关系，保存了原始图中丰富的空间信息
	 边缘增强—高通滤波	该图为经过高通滤波计算后的图像。从结果图像中可以看到震后倒塌建筑区呈现不规则形状，震后完好的建筑物具有规则的边缘。这里边缘增强的方法均为空域中的图像锐化，通过锐化处理增强图像的细节 ^[7]
	 形态学—开运算	该图利用形态学运算开运算得到的结果图像。其原图是对震后唐山航片通阈值化后得到的二值图像。开运算是先腐蚀后膨胀，在去除图像上细小噪声的同时，可以基本保持原目标大小不变 ^[8]

原 图	增强处理结果图像	图像处理分析
	 图像运算—差值	<p>该图像是以台湾集集地震前后遥感影像差值运算的结果。差值对于震害信息的提取是非常有效的，图像中灰为 0 或接近 0 的区域表示震前震后无变化，灰度值为负或正均表示了光谱的变化^[9]</p>
	 感兴趣区增强什称	<p>该图表明用户可以对其感兴趣的某些特定区域进行增强处理</p>

5 结论与讨论

利用各类增强方法对试验影像进行增强计算表明，计算结果正确，并且该方法具有较高的执行速度。这不仅满足了遥感震害评估对时效性的要求，同时满足评估过程中对震害增强特征提取方法的需求。震害影像具有特殊性，地震前后影像差异显著。震前影像灰度和纹理信息呈现规则、有序的特征。而由于地震的破坏，震后影像上图像的灰度和纹理信息呈现不规则、杂乱、几何轮廓模糊或消失等特征。用户可以根据实际震害影像的特点，选取相应的增强方法提取震害信息，以便为震害评估和地震救援提供可靠的数据依据。

ERDAS 为用户提供了丰富的开发工具，用户可以根据自身需求定制某些特殊的功能。ERDAS 的 SML 语言是一种方便快捷的工具，用户可以根据自身需求利用模型生成器绘制出需要实现的模型流程，调用 SML 提供的丰富函数，就可以快速实现用户的某些想法。

参 考 文 献

- [1] 宋晓宇、单新建, 高分辨率卫星影像在城市建筑物识别中的初步应用, 遥感信息, 2002. 1.
- [2] 朱敏、冯仲科、徐志敏, 数字震害评估的发展与应用, 地震工程与工程振动, Vol. 25, No. 6, 2005. 12.
- [3] M. Turkey, B. T. SAN. Detectuib of collapsed buildings caused by the 1999 Izmit, Turkey earthquake through digital analysis Of .post-event aerial photographs. INT. J. REMOTE SENSING, Vol. 25, Nol. 21, desember, 2004.
- [4] Charles K. Huyck, Braverley J. Adams. Damage Detetion Using Neighborhood. Edge Dissiilarity in Very High. ResolutiOn Optical Data. Proceedings Of the 2nd International Workshop On Remote Sensing for Post-Disaster Response, 2005.
- [5] 刘俊杰、贾永红等, ERDAS IMAGINE 二次开发与客户化方法研究, 地理空间信息, Vol. 01, No. 4. Dec. 2003.
- [6] 党安荣、王晓栋等, ERDAS IMAGINE 遥感图像处理方法 [M], 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [7] Ganzalez, R. C 等, 阮秋崎等译, 数字图像处理 (第二版), 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [8] 朱虹等, 数字图像处理基础, 北京: 科学出版社, 2005.
- [9] 窦爱霞, 震害遥感图像变化检测技术研究, 山东科技大学硕士学位论文, 2003.