面向对象的无人机影像水体变化监测方法

秦慧杰[1,2], 高 磊[1,2], 梁文广[3], 欧阳晓[1]

(1. 江苏省测绘工程院, 江苏 南京 210013; 2. 卫星测绘技术与应用国家测绘地理信息局重点实验室, 江苏 南京 210013; 3. 江苏省水利科学研究院湖泊所, 江苏 南京 210017)

摘 要: [目的] 针对大多无人机影像仅有红、绿、蓝 3 个波段的特点,提出一种利用纹理特征提取水体并进行变化监测的方法,为水利部门了解水体面积变化情况提供技术支持。[方法] 首先利用易康软件对无人机影像进行多尺度分割,形成影像像斑,再计算影像像斑的角二阶矩、均值、熵等纹理特征,将这些纹理特征作为影像波段进行组合,从而突出水体,最后通过 ISO 分类的方法提取出水体,将不同时期提取的水体进行叠置分析,得到水体的变化区域。[结果] 通过选择不同的区域进行试验,水体的提取精度和变化检测精度均达 90%以上。[结论] 面向对象的无人机影像水体变化监测方法可有效提高水体变化监测的效率,节约人工作业量。

关键词: 无人机; 水体特征; 波段合成; 变化监测

文献标识码: B **文章编号**: 1000-288X(2018)05-0256-05 **中图分类号**: P208

文献参数: 秦慧杰, 高磊, 梁文广, 等. 面向对象的无人机影像水体变化监测方法[J]. 水土保持通报, 2018,38(5):256-260. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2018.05.041. Qin Huijie, Gao Lei, Liang Wenguang, et al. Water change monitoring by object-oriented detection based on unmanned aerial vehicle image[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2018,38(5):256-260.

Water Change Monitoring by Object-oriented Detection Based on Unmanned Aerial Vehicle Image

QIN Huijie[1,2], GAO Lei[1,2], LIANG Wenguang[3], OUYANG Xiao[1]

(1. *Engineering Surveying and Mapping Institute of Jiangsu Province, Nanjing, Jiangsu* 210013, *China*; 2. *Key Laboratory of Satellite Mapping Technology and Application, NASG, Nanjing, Jiangsu*, 210013, *China*; 3. *Lake Research Institute, Hydraulic Research Institute of Jiangsu Province, Nanjing, Jiangsu* 210017, *China*)

Abstract: [Objective] Due to the fact that there are only three bands (red, green and blue) in most UAV (unmanned aerial vehicle) images, a method of extracting water body and monitoring water changes based on texture feature is proposed in order to provide technical support for water conservancy department. [Methods] We used eCognition software to divide the UAV images into multiple scales, and from the image object firstly. The angular second-order moment, mean, entropy and other texture features of the image object was then calculated. These texture features was combined as the image band to highlight the water body. Finally, the water body was extracted by ISO classification method, and the water body extracted from different periods was analyzed to obtain the change area of the water body. [Results] By testing in different regions, the accuracy of the water extraction and detection for water change was above 90%. [Conclusion] The proposed method can effectively improve the efficiency of the water body change monitoring, and reduce the amount of manual labor.

Keywords: **unmanned aerial vehicle; water characteristics; band synthetic; change monitoring**

水体监测是水利行业的业务核心,监测的内容包括水域范围内水体的面积、水位、库容以及水质等多个方面。其中水体面积的变化监测尤为重要,从面积的变化可以推算库容变化、汛情旱情的严重程度等为水资源调度、防汛抗旱、防灾减灾、水利普查以及渔业养殖等提供数据支撑。无人机遥感作为获取空间数

收稿日期:2018-03-29 **修回日期**:2018-04-16

资助项目:江苏省水利科技项目"基于无人机航空影像的水域变化自动监测研究"(2015035); 江苏省测绘地理信息科研项目面向地理国情的卷积神经网络遥感影像分类研究(JSCHKY201618)

第一作者:秦慧杰(1985—),女(汉族),河南省周口市人,硕士,工程师,主要从事遥感影像信息处理及应用研究。E-mail:123217728@qq.com。

据的重要手段之一,与卫星影像相比,具有机动灵活、实时传输、适合现场高危作业、影像分辨率高等特征,是卫星遥感的重要补充,无人机在水利监测领域的应用也越来越广泛,主要用于河流、湖泊、水库本体监测,水域环保监测、洪涝灾害监测、农田水利监测、水土保持监测、水体工程监测等方面[1]。无人机机动灵活的特点目前受到水利部门的青睐,可随时对河湖等情况进行了解,对违法占用水体情况,可随时发现,随时解决,相对传统影像获取方法,可大大提高效率。

虽然无人机在目前的水利部门应用较为广泛,但因无人机影像只包含 3 个波段,无法利用传统水体指数提取水体,限制了无人机影像在水利部门的作用。纵观前人的研究,无人机影像多用于对水质的监测、目前利用无人机影像对水体面积的变化监测的研究还处于初期阶段。仅杜敬[2]利用深度学习的方法进行水体的识别,得到了较好的水体识别效果,但深度学习需要大量的样本,而且对计算机要求较高。传统的水体面积的变化监测方法大部分是利用单波段阈值法、谱间关系法、水体指数法及其优化方法进行水体提取的研究[3]。单波段阈值法简单易行,但是混分现象严重,精度不高[4]。另几种方法均需要近红外波段。所以,目前水利部门利用无人机影像提取水体主要还是人工勾划,效率低,耗时费力。本文拟从纹理特征入手,利用无人机影像的角二阶矩、均值、熵 3 个特征进行组合,再通过 ISO 分类提取水体,并将不同时相提取的水体范围进行叠置分析从而提取水体的变化图斑。以期提高无人机影像的水体提取效率,自动进行水体变化监测,为水利部门及时了解水体面积变化情况提供依据,同时进一步推动无人机影像的应用范围。

1　研究方法

无人机影像只包含红、绿、蓝 3 个波段,缺少传统的水体特征波段——近红外波段,而受不同拍摄时段光照、天气等环境因素的影响,以及含沙量、浑浊度、叶绿素含量等理化性质的影响,水体在红绿蓝 3 个波段并没有固定的光学特征。因此,利用光谱特征很难从无人机影像上提取水体。论文考虑采用纹理特征进行水体的提取,并将两期的水体进行比较从而提取水体变化区域。具体流程如图 1 所示。

1.1　纹理特征提取

纹理特征提取是基于面向对象的方法进行,面向对象即是将影像进行分割,形成一个一个的像斑,然后提取像斑的纹理特征。经前期试验,本文采用角二阶矩、均值和熵 3 个特征进行水体的提取。纹理特征的提取在易康软件里进行,首先要将原始影像进行分割。

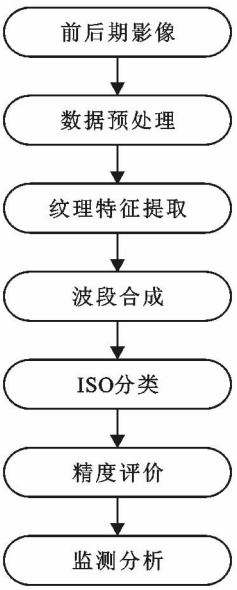


图 1　水体变化监测流程

分割尺度大小决定着影像像斑的大小,分割尺度越小,影像分割得越破碎,像斑越小;反之亦然。分割尺度过大,会使一个像斑内包含多种地物,分割尺度过小,则会出现过分割,像斑过于破碎,所以在分割时要选择合适的尺度。本文主要提取对象为水体,在分割时可适当选择稍大的尺度,经试验,选择分割尺度为 300。在易康软件里对分割的像斑计算角二阶矩、均值和熵并输出。角二阶矩和熵的取值范围分别在 0～1,0～10 之间,将两者归一化到 0～255 之间。在 ArcGIS 中将各个特征矢量转化为栅格数据。

在均值影像中并不能很好的区分出水体,熵和角二阶矩的影像已经显示出水体轮廓,但并不能很好的与其他地物区分开。本文将这 3 个特征进行组合,以更好的区分出水体。

1.2　波段合成及 ISO 分类

将角二阶矩、均值和熵分别按红、绿、蓝的顺序在 ArcGIS 中进行波段合成,利用 ArcGIS 通过 ISO 分类将水体提取出。

1.3　水体提取精度评价

为了定量评价以上方法提取水体的精度,研究采用外部产生随机点并进行解译,对结果进行混淆矩阵计算检查,从而对水体提取结果进行精度评价[5]。具体流程如图 2 所示。根据试验区的矢量范围,对试验区随机生成样本点 126 个,随机生成的检查点目视解译,精度评价结果如表 1 所示。

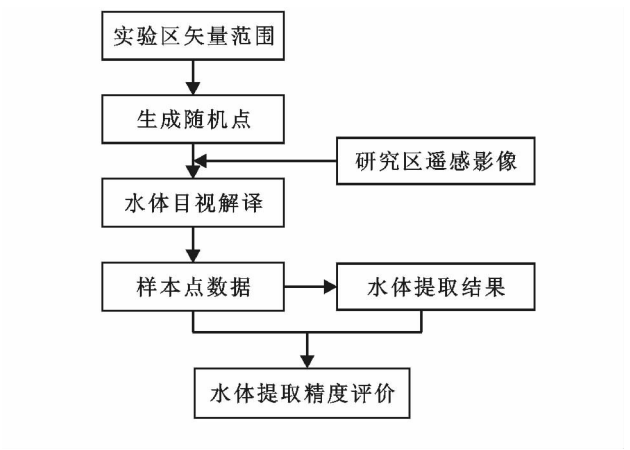


图 2 水体提取精度评价流程

水体提取的总体精度达到 97.62%，而 Kappa 系数达到 0.9 以上，验证了利用该方法提取水体的可靠性。

2 结果与分析

2.1 试验区概况

山洪水库位于江苏省盱眙县西南部维桥河上游桂五镇镜内合星村，也是龙王山水库上游梯级水库。1959 年建成，坝长 1 149 m，最大坝高 18 m，顶宽 4 m。汇水面积 15.4 km^2，库容 1 142 m^3。灌溉面积 2.53×10^3 hm^2，是一座以防洪、灌溉等功能为主的中型水库。

表 1 水体提取精度评价

用户类	参考类			
	水体	非水体	合计	用户精度
水 体	19	1	20	0.95
非水体	2	104	106	0.98
合 计	21	105	126	
生产者精度	0.90	0.99		

注：总体精度=97.62%，Kappa 系数=0.91。

水利部门于 2014 和 2016 年对该区域进行无人机航空摄影，获取了 0.1 m 分辨率的高清影像，位于管理范围线以内的面积 2.33 km^2 如图 3 所示。

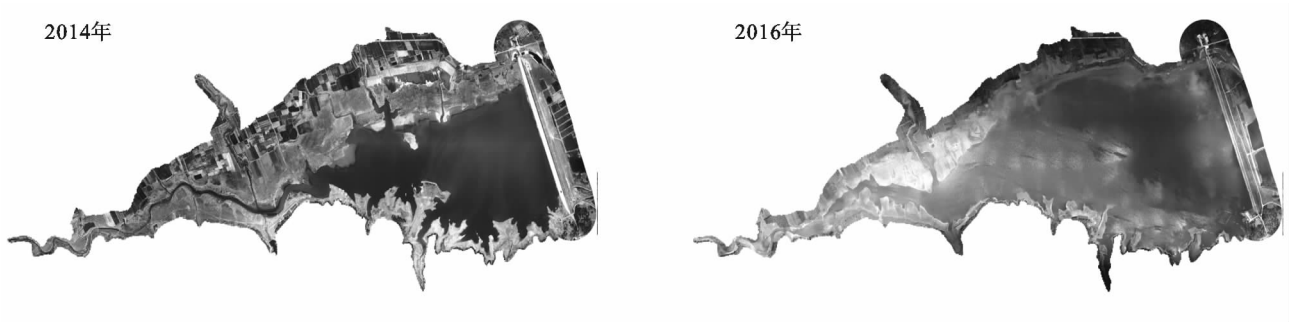


图 3 研究区无人机航空影像

2.2 水体变化监测

首先对 2 期无人机影像进行分割，分割方法采用两期影像叠合的多尺度分割，即将两期影像的 6 个波段叠合，在分割时同时参考两期影像进行分割[6]，这样就避免了利用单期影像分割的矢量与另一期影像边界不吻合的情况。变化检测以该分割矢量为基础。分割矢量和前后期影像的叠合情况如图 4 所示。

利用纹理特征波段合成并进行 ISO 分类提取的水体如图 5 所示。

在 ArcGIS 中将 2014 年提取的水体和 2016 年提取的水体进行叠置分析，得到水体的变化区域（如图 6 所示）。

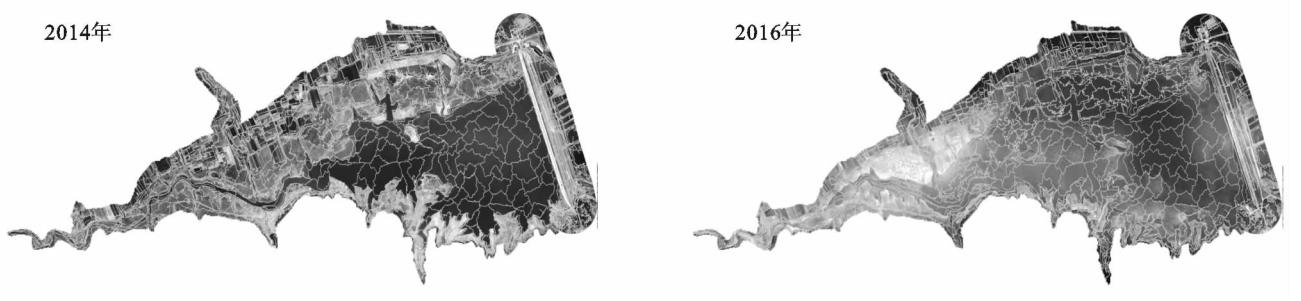


图 4 研究区无人机影像分割矢量和两期影像叠合



图 5　利用纹理特征波段合成并进行 ISO 提取的水体



图 6　论文方法提取出的变化图斑

部分漏检和误检主要是由于水面较窄的支流被水草覆盖,以及湿土、浅水泥潭产生的分类错误引起的。

2.3　水体变化检测精度分析

水体变化检测的精度采用漏检率、虚检率和总体精度进行评价[7]。若 m_{11} 为检测为变化,实际为变化的图斑数;m_{21} 为检测为未变化,实际为变化的图斑数;m_{12} 为实际为未变化,检测为变化的图斑数;m_{22} 为实际为未变化,检测为未变化的图斑数。则:

(1) 总体精度

$$P_{zk}=\frac{m_{11}}{m_{11}+m_{12}+m_{21}}\times 100\% \tag{1}$$

(2) 漏检率

$$P_{fd}=\frac{m_{21}}{m_{11}+m_{12}+m_{21}}\times 100\% \tag{2}$$

(3) 虚检率

$$P_{fi}=\frac{m_{12}}{m_{11}+m_{12}+m_{21}}\times 100\% \tag{3}$$

对实验区的水体变化情况进行人工解译,提取出实际变化图斑如图 7 所示:

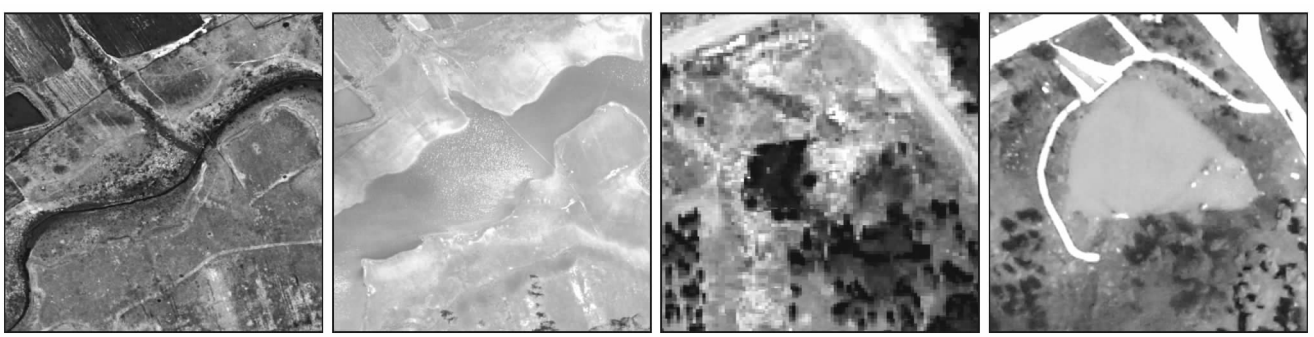


图 7　研究区实际变化图斑

经统计分析,漏检率为 8.18%,误检率为 9.77%,正确率为 90.68%。检测结果满足水利部门的相关要求,可供水利部门参考。

2.4　水体变化分析

通过对检测出的变化图斑进行分析,发现山洪水库 2014 和 2016 年水域变化绝大多数是由于不同年份季节蓄水量不同,水位线波动造成的水体覆盖范围发生变化。也有部分新增坑塘以及坑塘填平的变化(如图 8 所示),对这些变化图斑重点标记,可供水管理部门进行实地勘察以更好地维护管理区用地的保护和有序开发。



a 水位高低引起的变化　　b 新增坑塘

图 8　研究区内水体典型变化区域

3 结 论

本文通过对无人机影像进行分割，形成影像像斑，提取像斑的角二阶矩、均值和熵 3 个纹理特征，进行重新组合，并通过 ISO 分类较好的提取出了水体。利用该水体提取方法，对山洪水库两期影像均提取出水体范围，并利用叠置分析方法进行水体的变化监测，正确率达到 90%以上，取得了较好的监测结果。论文突破了传统利用水体指数提取水体的局限，一定程度上扩大了无人机影像的应用领域。水体的自动化提取流程，节省了人力，提高了工作效率，为水利部门更好的了解水体变化情况提供了技术保障。

(1) 本文利用多个软件结合实现水体的提取和变化监测没有实现全自动化监测，后续将编程实现水体提取的自动化程度，进一步提高水体提取和变化监测的效率。

(2) 本文方法对影像的质量要求较高，若水体内存在大量的噪声，则会严重影像水体的纹理特征值，不适宜用该方法。后续将进行进一步研究，以提高方法的普适性。

[参 考 文 献]

[1] 鲁恒，李永树，何敬，等. 无人机低空遥感影像数据的获取与处理[J]. 测绘工程，2011，20(1)：51-54.

[2] 杜敬. 基于深度学习的无人机遥感影像水体识别[J]. 江西科学，2017，35(1)：158-161，170.

[3] 毕海芸，王思远，曾江源，等. 基于 TM 影像的几种常用水体提取方法的比较和分析[J]. 遥感信息，2012，27(5)：77-82.

[4] 岁秀珍，阮仁宗，马荣华，等. 面向对象的多尺度水体信息提取[J]. 地理空间信息，2012，10(6)：72-75.

[5] 冯沛华，刘振华，胡月明. 基于 TM 遥感优化模型的地表水体信息提取[J]. 科技通报，2016，32(8)：176-181.

[6] 李亮，舒宁，李雪. 基于像斑差熵的遥感影像变化检测[J]. 遥感信息，2011(4)：38-41.

[7] 张剑清，朱丽娜，潘励. 基于遥感影像和矢量数据的水系变化检测[J]. 武汉大学学报：信息科学版，2007，32(8)：663-666.

(上接第 248 页)

[12] 李红军，郑力，雷玉平，等. 基于 EOS/MODIS 数据的 NDVI 与 EVI 比较研究[J]. 地理科学进展，2007，26(1)：26-32.

[13] 左丽君，张增祥，董婷婷，等. MODIS/NDVI 和 MODIS/EVI 在耕地信息提取中的应用及对比分析[J]. 农业工程学报，2008，24(3)：167-172.

[14] 李喆，胡蝶，赵登忠，等. 宽波段遥感植被指数研究进展综述[J]. 长江科学院院报，2015，32(1)：125-130.

[15] 朱林富，谢世友，杨华，等. 基于 MODIS EVI 的重庆植被覆盖变化的地形效应[J]. 自然资源学报，2017，32(12)：2023-2033.

[16] 杨强，王婷婷，陈昊，等. 基于 MODIS EVI 数据的锡林郭勒盟植被覆盖度变化特征[J]. 农业工程学报，2015，31(22)：191-197.

[17] 刘娇，黄显峰，方国华，等. 基于 GIS 缓冲区功能的塔里木河中游植被指数时空变化分析[J]. 干旱区研究，2018，35(1)：171-180.

[18] 王静，郭铌. Terra MODIS 和 Aqua MODIS 单波段反射率及植被指数初步比较[J]. 生态学杂志，2008，27(10)：1711-1717.

[19] Huo Aidi, Chen Xunhong, Li Huike, et al. Development and testing of a remote sensing-basedmodel for estimating groundwater levels in aeolian desert areas of China[J]. Canadian Journal of Soil Science, 2015, 91(1)：29-37.

[20] 吕志强. 遥感与 GIS 应用实习教程[M]. 成都：西南财经大学出版社，2016：216-289.

[21] 买尔燕古丽·阿不都热合曼，艾里西尔·库尔班，阿迪力·阿不来提，等. 塔里木河下游胡杨物候特征观测[J]. 干旱区研究，2008，25(4)：525-529.

[22] 高永，崔向新，李丽红，等. 荒漠化监测[M]. 北京：气象出版社，2013：24-113.

[23] 张沛，徐海量，杜清，等. 基于 RS 和 GIS 的塔里木河干流生态环境状况评价[J]. 干旱区研究，2017，34(2)：416-421.