

遥感光谱混合模型在成都城区植被信息提取中的应用

孙存举¹ 梁楠²

(1. 四川省林业调查规划院, 四川 成都 610081; 2. 剑阁县林业局, 四川 广元 628300)

摘要:本文以2013年4月20日获取的美国陆地卫星Landsat8成都城区遥感数据为数据源,运用混合光谱模型技术从遥感影像中提取植被信息。通过线性光谱混合模型和最小噪音分离变换后的前3个分量,测算得到植被、低反照率、高反照率和土壤4个不同的城市土地覆盖的终端地类,最终得到研究区的植被覆盖度影像。

关键词:遥感;植被;混合光谱分析

中图分类号:S758 文献标识码:A 文章编号:1003-5508(2014)05-0084-04

Application of the Spectral Mixture Model in Extracting Vegetation Information in Chengdu City

SUN Cun-ju¹ LIANG Nan²

(1. Sichuan Forestry Inventory and Plan Institute, Chengdu 610081, China; 2. Jiange Forestry Bureau, Gangyuan 628300, China)

Abstract: Landsat 8 images acquired on 20th of April in 2013 were used to extract vegetation information through a spectral mixture model in this research. Taking Chengdu city as an example, primary image was transferred into 7 bands through minimum noise fraction analysis and the first three bands were used to calculate the pure pixels. Four members including low-albedo building, high-albedo building, vegetation, and soil were selected as the input variables of land cover class terminal. Finally the vegetation coverage images in the study area were estimated.

Key words: Remote sensing, Vegetation, Spectral mixture analysis

城市是一个快速发展和开放的系统,城市的发展需要合理的规划、建设和管理。植被作为城市生态系统的重要组成部分,不但可以调节气象和气候,而且具有生态、美学效应。因此,城市植被在城市发展和规划当中越来越被重视。

在过去的20 a里,遥感信息技术得到迅速发展,如何快速准确的提取城市植被信息引起越来越多学者的关注^[1-2]。由中低分辨率遥感影像获取的地物多为两个以上地类的光谱之和以及混合像元,而如何获得混合像元中的植被组成比例在成都地区还未见报道。

本文以成都市区为研究对象,利用Landsat8 OLI卫星影像对城市混合像元进行分解,计算各终端地类的比例,并获得成都市区的植被覆盖分量图。

1 研究区概况

成都作为四川省省会,是国家区域中心城市,也是西南地区的政治、经济、金融中心。成都位于西南地区最大的平原—成都平原腹地,地势平坦、物产丰富,具有“天府之国”的美誉。近年来,成都快速的经济的发展已使城区面积急剧扩展,土地利用的变化

已造成城市生态环境的巨大变化。

2 数据源和研究方法

2.1 数据源和预处理

本研究使用的数据主要是 2013 年 4 月 20 日获取的 Landsat 8 OLI 多光谱影像。遥感数据本质上是卫星传感器接收到的地物反射或发射的电磁波谱,在进行光谱混合分析前,除了几何校正、大气校正和水体掩膜^[3]之外,还需要对遥感数据进行反射率定标,即将影像的亮度值转换成传感器处的反射率,以消除多光谱影像中的日照条件差异,从而做到辐射校正。本次辐射校正先将亮度值转换为传感器处的光谱辐射值,然后再将其进一步转换为传感器处的反射率^[4]。

2.2 遥感混合光谱模型

卫星遥感影像中的一个像元范围内经常覆盖了多种地物,其像元的光谱值实际上是这几种纯净地物光谱值的混和,这种像元被称为混合像元,混合像元内的这些纯净地物被称为终端地类^[5-6]。

光谱混合分析可用于计算不同的终端地类在混合像元里的组成比例,并把混合像元的光谱分解为多种终端地类光谱的组合。光谱混合分析模型按参量之间的关系可以归结为线性和非线性模型两类。由于非线性光谱混合模型的形式一般都比较复杂,并且其中的很多参数难以精确测量,甚至无法获取,所以在实际应用中,大多数学者是使用线性光谱混合模型来开展研究^[7-9],其模型表达如下:

$$R_b = \sum_{i=1}^N f_i * R_{i,b} + e_b \quad (1)$$

利用线性光谱混合模型提取城市植被信息需要经过以下 5 个步骤:(1)最小噪音分量变换(minimum noise fraction transform, MNF);(2)纯净像元指数(pixel purity index, PPI)计算;(3)终端地类收集;(4)线性光谱模型分解;(5)精度评价。

2.2.1 MNF 变换

MNF 本质上类似于两次主成分变换。主成分变换可以用于多光谱和全色波段融合,但对噪声很敏感,也就是说信息量大的主要成分,信噪比不一定高。而 MNF 则可以确保信息量大的主要成分,信噪比也很高。MNF 变换的第一步是利用高通滤波器对影像数据进行滤波处理,将原始影像投影到一个

新的空间,产生的数据中的噪声具有单位方差,而且各波段之间不相关。第二步是对白噪声数据进行主成分变换。

2.2.2 纯净指数计算(PPI)

仅从遥感图像的目视判读来选取终端地类是不科学的,由于受主观因素的限制,也不可能对每一个像元进行筛选,因此就无法保证结果的准确性。所以在选择终端地类收集之前要通过计算机对纯净像元进行计算,并获得像元的纯度影像,以辅助终端地类的收集^[10]。

2.2.3 终端地类收集

经过 MNF 变换后的前 3 个分量的散点图大致成三角形形状,通过对散点图的端点区域进行分析并结合转化为反射率的多波段遥感影像的不同波段组合确定地物类型。这些终端地类代表的是水泥、混泥土等高反射率地物,沥青、瓦片等地反射率地物,以及土壤和植被。提取这些终端地类时需要它们位于散点图的端点位置,而且在所对应的地类中有较高的 PPI 值。只有这样才能保证这些像元具有代表性,很好的与其他终端地类区分开。

2.2.4 线性光谱分解

线性光谱分解是混合像元分解时最常用方法。一般来说,终端地类数目应该少于波段数,这样使用最小二乘法时就容易求解。线性光谱模型是建立在像元内相同地物有相同的光谱特征和线性光谱可加性的基础上进行计算的。该模型具有构模简单、物理含义明确、对解决像元内的混合现象效果明显等优点。

3 结果与分析

3.1 MNF 变换结果分析

MNF 变换具有主成分变换的性质,是一种正交变换,变换后得到的各个元素互补相关。第一份量集中了主要信息,随着维数的增加,图像质量逐渐下降。MNF 变换在提高影像分辨率的同时还较好的保留了多光谱数据的光谱信息。

成都市区影像经过 MNF 变换后,分解得六个分量见图 1。

通过观察 6 个分量特征值发现,前 3 个 MNF 分量特征值占原始影像的绝大部分,而后 3 个分量含有大量的噪声。因此,再计算像元纯净指数时可以只取前 3 个分量。

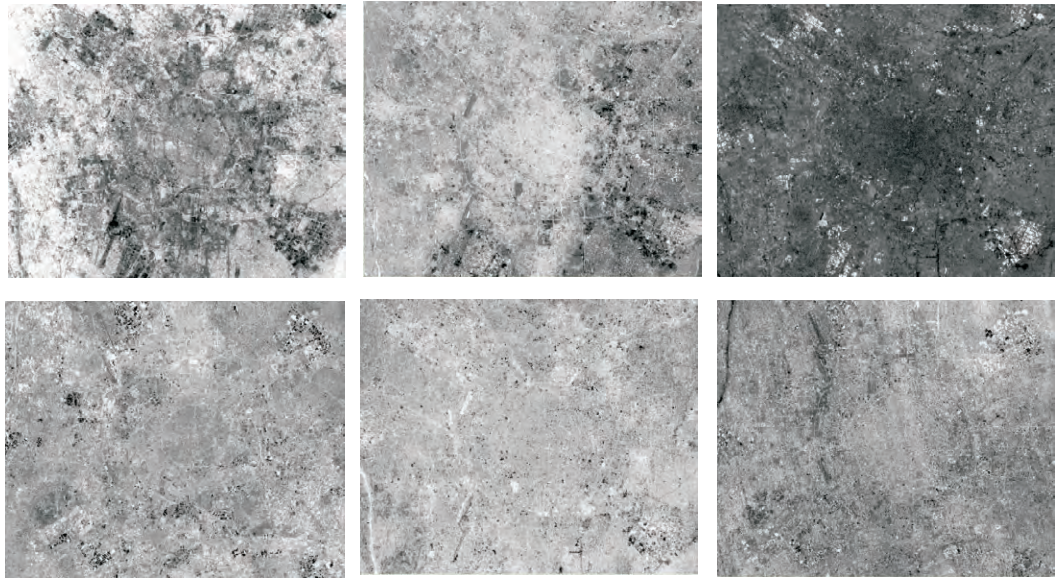


图1 MNF 变化波段(MNF1 -6 波段)

Fig.1 6 bands after MNF analysis

3.2 纯净像元计算和终端像元选择

本文的纯净像元计算是在 MNF 变换后选取含主要信息而且信噪比较高的前三个分量进行计算的。得到纯净像元指数后,对影像进行交互式密度分割,找出高 PPI 值的像元,对照影像确定地物类

型。结合利用 ENVI 软件计算出的散点图,确定几种典型的终端地类。MNF 各波段组合散点图分布如图 2。其中蓝色代表植被,粉红色代表高反射率,浅绿色代表低反射率,黄色为土壤。

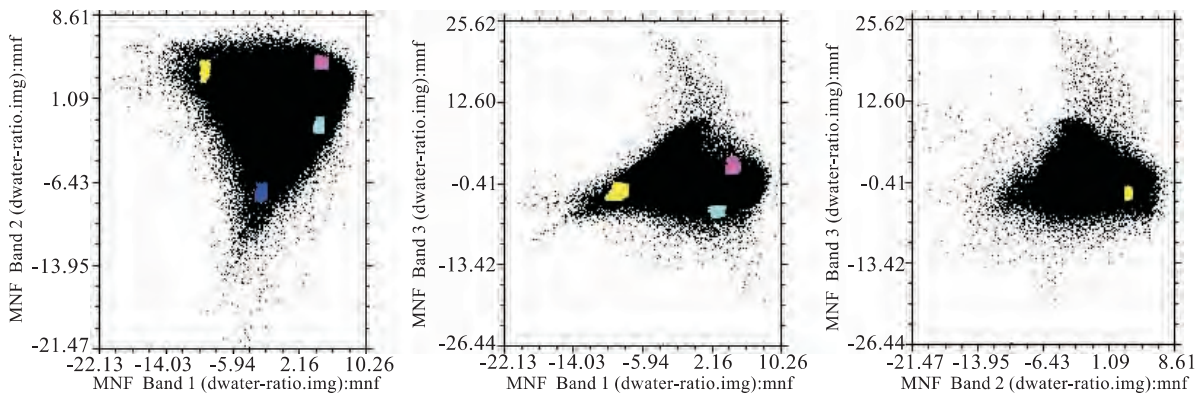


图2 MNF 各波段组合散点图

Fig.2 Scatter plots of MNF 1st band and 2nd band

3.3 遥感混合光谱分解与植被制图

终端地类确定之后,它的反射率光谱值被保存为光谱库文件,在每个像元的线性分解中,也将被模拟为土壤、植被、高反射率和低反射率这 4 种地物类型的组合。

将经过 MNF 变换后的前 3 个分量进行彩色合成,利用图 1 即经过 MNF 变换后前 3 个分量的散点图得到纯净像元,从中找出具有高 PPI 值的像元,然

后在影像中找出其所对应的位置,并确定这些高 PPI 值对应的地物,最终确定终端地类。通过分析得到图 2 中的 4 种终端地类。高反射率中的高值主要集中在中心城区周围,这说明高反射率都是城市的新扩展区,这里的建筑、道路一般由水泥、玻璃和金属构成。而低反射率的高值区则主要是以旧建筑为主的老城区。植被分量突出的地方位于城市周围地区和成都绿化率较高的公园等场所。土壤分量的

变化没有规律,这符合城市土壤裸露分布随机的特点。

在提取 4 个终端地物的分量结果之后,就得到了成都城区的植被信息分量图。成都城区的植被除了周围农村地区较多之外,主要集中在城市公园、绿地和道路两旁。新建城区由于不透水面比例较高,植被比例相对较低,如图 3 所示。

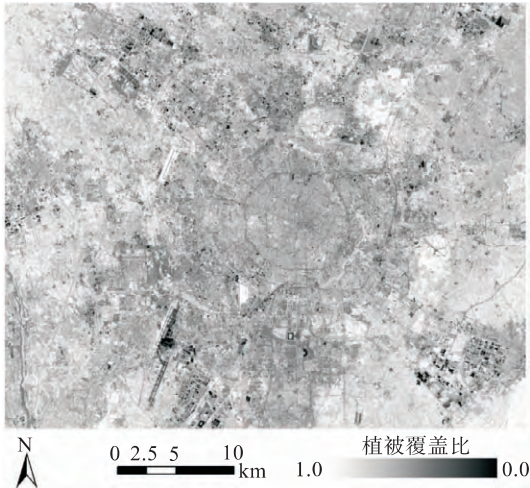


图 3 植被覆盖分量

Fig. 3 Fraction of vegetation

线性光谱分解之后必须进行精度评价来保证结果的准确性。分解误差一般由两个方面造成,一是终端地类数目选取不合适;二是终端地类光谱值选取不合适,不具有代表性。进行精度检验时根据均方根误差进行检验,统计得出研究区 RMS 最大值为 0.2847,最小值为 0.0000,均值 0.00079。影像分解的 RMS 小于 0.01,达到了精度要求,从而从定量的角度说明了本次研究选取的终端地类数目合适,终端地类光谱值准确,分解精度高,分解结果可靠。其统计信息见表 1。

表 1 RMS 统计信息表

Tab. 1 Statistical information of RMS

统计	最小值	最大值	均值	标准差
RMS 波段	0.000023	0.284749	0.007871	0.006456

4 结论与讨论

本文以 Landsat 8 OLI 影像为数据源,经过最

小噪音分量变换、纯净像元指数计算、终端地类收集,在线性光谱模型的基础上对成都市主城区植被信息进行了提取和分析,得出了以下结论:

(1) 针对成都城区地物光谱特征,4 种端元模型可以很好的表达。就成都城区而言,有高反射率、低反射率、土壤和植被 4 种端元。

(2) 利用线性光谱模型分解提取城市植被时,还存在一些因素限制精度,例如高低反射率的确定以及与不透水面的关系等需要进一步研究。

(3) 城市植被是城市生态系统的重要组成部分,在净化城市空气、调节城市气候、美化城市景观等方面具有重要的生态服务功能,也是衡量城市环境质量和居民生活水平的重要标指。随着城市的空间扩展,人工建筑对自然生态景观的破坏,城市中的植被逐步被以建筑物为代表的透水面所取代。使得不透水面的面积逐渐增加,而植被的面积不断减少,从而导致了城市自然生态系统的严重失衡。

参考文献:

- [1] 岳文泽,徐建华,徐丽华. 基于遥感影像的城市土地利用生态环境效应研究[J]. 生态学报, 2006, 23(6).
- [2] 陈仁喜,王成芳. 城市高分辨率影像绿地植被识别研究进展[J]. 遥感信息, 2013, (6).
- [3] 徐涵秋. 利用改进的归一化差异水体指数提取水体信息的研究[J]. 遥感学报, 2005, 9(5):585~595.
- [4] 徐涵秋. 基于影像的 Landsat TM/ETM+ 的数据正规化技术[J]. 武汉大学学报自然科学版, 2007, 32(1).
- [5] Ridd M K. Exploring model for urban ecosystem analysis through remote sensing comparative anatomy for cities [J]. International journal of Remote Sensing, 1995, 16(12).
- [6] Wu c, Mumay A T. Estimating impervious surface distribution by spectral mixture analysis [J]. Remotesensing of Environment, 2003, 84(4).
- [7] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京:科学出版社, 2002.
- [8] 李彩丽,都金康,左天惠. 基于高分辨率遥感影像的不透水面信息提取方法研究[J]. 遥感应用, 2009(5).
- [9] 潘竟虎,李晓雪,刘春雨. 兰州市中心城区不透水面覆盖度的遥感估算[J]. 西北师范大学学报(自然科学版), 2009, 45(4).
- [10] Green A, Berman M, Switer Pet al. A transformation for ordering multispectral data in in terms of image quality with implications for noise remove [J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1990, 28(3).