

基于像元信息分解的城市绿地信息自动提取系统*

乔纪纲^{1,2}

(1. 中山大学地理科学与规划学院, 广东 广州 510275;

2. 广东商学院旅游与环境学院, 广东 广州 501320)

摘 要: 为了快速而有效地监测城市绿地的变化, 建立了基于遥感和 GIS 的城市绿地自动识别系统。系统利用像元信息分解的方法, 将城市环境下的像元信息分解为绿地、水体、土壤、水泥地等 4 种地物端元组份信息, 求解绿地在混合像元中的丰度, 并允许自由设定判定绿地像元的阈值, 以便通过调整达到分离的最优分离结果。此外, 系统也集成了绿地信息的空间分析以及统计分析识别等功能。最后, 以深圳市罗湖区和福田区 TM 影像作为实验区, 将系统自动提取的绿地面积和目视解译的结果进行对比, 准确率达到 98.7%。

关键词: 遥感; 像元信息分解; 城市绿地; 地理信息系统

中图分类号: P283.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2008) 03-0133-05

城市绿地作为城市结构中的主要元素, 是城市生态系统的子系统, 在城市中起着重要的作用。同时, 城市绿地是自然和人文多种因素作用的结果, 是城市生态环境和居民生活水平的一个重要指标^[1-2]。城市绿地的数量与空间上的分布不仅是衡量城市区域自然程度的基本指标之一, 也是决策者在规划和制定城市政策时需要考虑的一个重要因素^[3]。随着城市化进程的加快, 大量的城市绿地被侵占, 城市用地日益紧张, 因此如何利用有限的土地资源, 实现城市绿地的合理布局, 使其能有效地发挥其生态效益和使用功能, 是一个亟待解决的问题^[4-6]。要解决这个问题, 首先必须掌握城市绿地的现状分布情况, 即需要对绿地进行动态监测。

对于城市的生态绿地监测, 常规的实地调查方法很难及时得到现状的绿地资料, 并且效率低、成本高。而遥感技术具有快速、高效、范围大、动态的特点, 能迅速有效地提供地表自然过程和现象的宏观信息, 有助于揭示其动态变化规律。因此, 利用遥感方法提取城市绿地信息可以很好地弥补常规方法的缺陷, 从而能够实现大范围城市绿化调查^[7-8]。但是, 利用遥感手段提取城市绿地信息的一般方法是目视解译, 其工作量十分繁重, 并且耗时长, 所需要的人力、物力较多, 效率低下, 难以满足对城市绿地信息快速监测的要求。针对上述情况, 结合遥感和地理信息系统 (GIS), 建立了基于像元信息分解的城市绿地遥感自动提取系统, 该

系统具有以下功能: 首先, 系统通过建立像元信息分解模型, 能够自动、快速地从遥感影像上提取城市绿地信息, 能够很好的满足城市绿地信息快速监测的要求。其次, 系统具有统计城市绿地总面积及各分区的绿地面积功能。绿地总面积统计可以通过 GIS 面积自动量算功能实现, 各分区的绿地面积统计是通过绿地与行政边界进行叠置分析所获得。此外, 系统提供了一般 GIS 系统对空间数据和属性数据进行存贮、管理、更新以及查询和分析的功能。

1 系统功能框架设计

本文系统可以实现对城市绿地信息进行自动提取、绿地信息的空间分析以及统计分析识别等功能; 能够快速、动态的对城市绿地信息进行更新、结果查询、统计分析以及制图输出等。通过该系统能够加快城市绿地信息的更新速度, 实现城市绿地管理的科学化, 提高绿地的生态效益和使用功能, 为城市生态规划提供科学依据和技术支持, 促进城市生态环境的良性循环。

系统分为 2 个子系统: 基于像元信息分解的城市绿地遥感自动识别子系统和城市各分区绿地面积统计子系统。本系统建立如下功能模块: 用户界面 (主界面)、数据显示模块、图层控制模块、基于像元信息分解的城市绿地信息自动提取模块、查询统计、空间分析、数据统计模块、专题图输出模块 (图 1)。

* 收稿日期: 2007-09-03

基金项目: 佛山市科技发展专项基金资助项目 (03010042)

作者简介: 乔纪纲 (1973 年生), 男, 博士生, 讲师; E-mail: qjg821@126.com

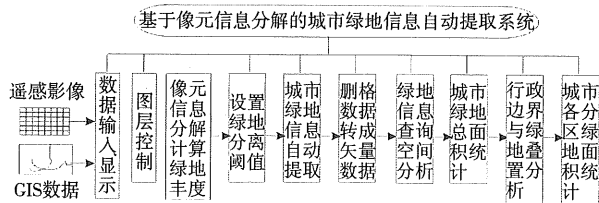


图 1 系统总体结构

Fig. 1 Framework of system

2 系统开发模式及环境

2.1 系统开发模式

在 GIS 应用开发中, 可以采用 3 种开发模式: 基于 GIS 软件内部环境二次开发、集成二次开发以及独立开发。本系统由于需要应用像元信息分解技术及 GIS 高级空间分析功能, 若采用宏语言二次开发的方法, 则难以达到功能要求, 并且宏语言二次开发的系统, 界面并不友好, 操作也不方便; 而采用独立开发的方法显然难以在有限的时间和资金条件下开发出满足需要的系统。本系统采用集成二次开发的方法。

2.2 系统开发环境

本系统以的 GIS 软件 ArcGIS 的开发环境 ArcObject 为基础开发平台、以 Visual Basic 6.0 为开发语言进行二次开发建立的。Visual Basic 6.0 面向对象的特性、使用方便的各种开发工具以及功能完备的可视组件库减小了程序开发的难度。ArcObject 强大的 GIS 功能组件使得本系统能够得以实现。

3 系统主要功能

3.1 GIS 系统基本功能

可以实现遥感数据及 GIS 空间数据的加载, 对地图进行放大、缩小、自由缩放和整幅显示等地图浏览功能, 图 2 为加载了深圳市罗湖区和福田区的 TM 遥感影像的系统界面。为了获得最佳的地理信息显示, 需要有强大的图层控制功能。故本系统采用图层控制表的方法, 即建立图层控制列表, 在该列表中图层以目录树形构显示, 具有对图层进行显示及隐藏控制、图层上移和下移、图层表的显示和关闭等图层控制功能。系统具有对点、线、面进行缓冲区分析的功能、迭加分析功能, 如建立缓冲区, 图层叠加, 计算距离等空间分析功能。

3.2 城市绿地信息自动提取功能

绿地信息自动提取功能是本系统的核心部分, 利用像元信息分解技术对遥感影像进行分解, 自动快速提取城市绿地信息。像元信息分解模型是在混合像元分解模型的基础上进行改进后建立起来

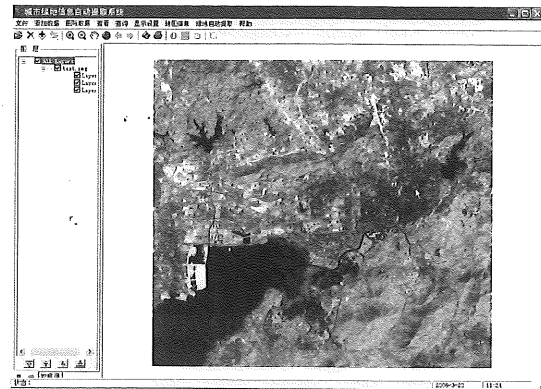


图 2 系统界面

Fig. 2 System interface

的^[9-10]。在混合像元分解模型中, 认为遥感数据各个像元对应地面上一定面积的地物是由各种典型地物(端元)组成的, 各个组分之间互不重叠。与混合像元分解模型不同的是, 像元信息分解模型认为各种典型地物在空间上是可以重叠的, 因而各组分所占面积之和不一定等于像元面积。像元信息分解可以反映各种纯像元, 即端元组分的光谱变异, 因而具有更高的精度。

像元信息分解模型的公式可以表示为, 像元反射率是像元内部各组分的反射率及其含量的函数, 即^[10]:

$$R_{sat} = F(R_1, a_1, R_2, a_2, \dots, R_j, a_j, R_n, a_n) \quad (1)$$

其中, $1 \dots j, n$ 为端元序号, R_{sat} 为遥感数据的反射率, 为各组分端元的反射率, 为各组分端元所占的面积比例。

当精度要求不是很高时, 空间可重叠组分含量(主要是土壤、植被含水量)有限时, 可以近似认为各组分光谱之间是线性关系, 故可建立光谱模型

$$R_{sati} = \sum_{j=1}^n (R_{ij} a_j) + e_i \quad (2)$$

R_{sati} 为遥感数据第波段的反射率, R_{ij} 为第 i 波段各组分端元的反射率, e_i 为残余误差值, 对于模型的反演的过程即是对方程(2)求解的过程。

在绿地信息自动提取功能模块中, 首先需要利用像元信息分解技术对遥感影像进行分解, 影像分解为绿地、水体、水泥地、土壤等几种基本地物组分。因此应用像元信息分解时地物端元组份为 4 种, 故只需选择 4 个波段建立方程组, 联立求解即可得出 4 种端元组份的丰度。7 个 TM 波段的光谱效应中, 对地物反映敏感的是 TM2、TM3、TM4、TM5 这 4 个波段, 各典型地物在 2、3、4、5 波段的标准反射率见表 1。

表1 典型地物反射率

Tab. 1 The reflection of typical land %

TM 波段	植被	土壤	水泥地	水体
2	2.62	12.35	42.00	4.46
3	1.61	16.19	45.00	2.11
4	35.29	21.41	47.00	0.28
5	7.58	29.35	55.00	0.00

根据式(2)建立方程组进行求解, 所建方程组为

$$\begin{cases} R_2 = 2.62 \times a_v + 12.35 \times a_s + 42 \times a_c + 4.46 \times a_w \\ R_3 = 1.61 \times a_v + 16.19 \times a_s + 45 \times a_c + 2.11 \times a_w \\ R_4 = 35.29 \times a_v + 21.41 \times a_s + 42 \times a_c + 0.28 \times a_w \\ R_5 = 7.58 \times a_v + 29.53 \times a_s + 55 \times a_c \end{cases} \quad (3)$$

其中, a_v 、 a_s 、 a_c 、 a_w 分别为绿地、土壤、水泥地、水体在像元中所占的面积比例。

采用像元信息分解后所得的 a_v 只是绿地在混合像元中的丰度, 是否将该像元计入绿地面积还需要依据工作区域的地面实际情况设定绿地分离的丰度阈值。系统已内置了利用像元信息分解法过程自动获取分离规则的功能。此外, 如果对自动分离的结果不满意, 该阈值还可以由经验确定, 也可以利用已有的地面数据求解后重新分解。

运用像元信息分解模型对图2中加载的 TM 遥感影像进行计算, 设定分离阈值, 当像元中的绿地丰度大于该阈值时, 该像元被判定为城市绿地。在实际操作中, 需要不断地调整阈值的大小, 以选择一个最佳的阈值, 从而达到绿地分离的最佳效果。用户在调整阈值时, 系统提供了即时显示绿地分离结果的功能, 使用户能够方便地获取绿地分离效果信息, 从而能够选择一个较优的阈值。得到最终的绿地分离结果(图3), 其中, 白色部分为绿地, 黑色为其他用地。绿地分离出来以后, 得到的是栅格数据, 因此还需要把栅格数据转换成矢量数据, 以便绿地面积的统计。

3.3 数据统计及数据输出功能

数据统计模块的功能是对选定空间实体的属性进行统计, 对于统计功能, 主要是统计城市绿地总面积及城市各分区的绿地面积。城市绿地总面积统计可以通过 GIS 面积自动量算功能实现。但各分区的绿地面积统计需要使用 GIS 高级空间分析功能, 如叠置分析功能。将城市行政边界与提取的绿地进行叠置分析后, 即可对城市各分区的绿地面积进行统计(图4)。面积统计是自动完成的, 首先通过本系统的面积自动量算功能计算各分区的绿地面积, 然后对统计好的数据输出, 输出格式为 excel

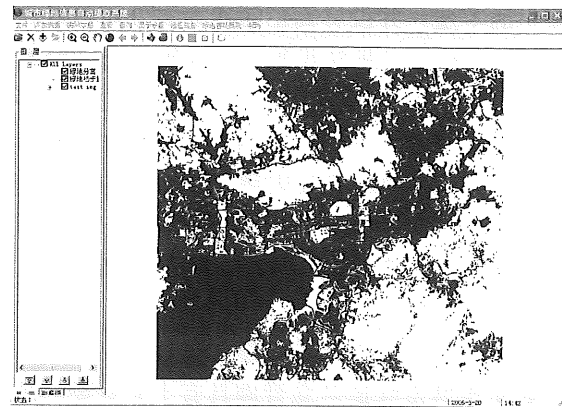


图3 绿地信息自动提取功能

Fig. 3 The function of greenbelt automatic classification

文件格式, 用户可以很方便地查询统计结果。

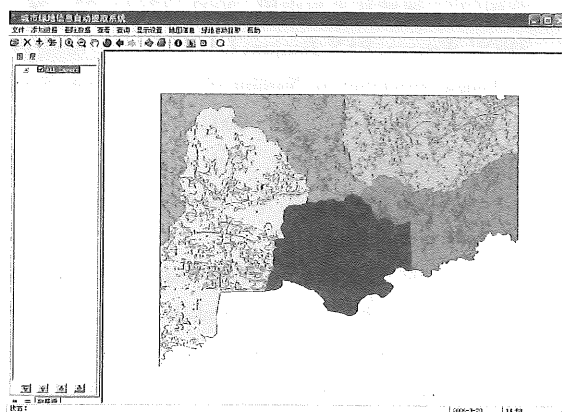


图4 叠置分析

Fig. 4 Overlay analysis

3.4 城市绿地自动提取系统的应用

以深圳市的罗湖区和福田区作为实验区, 数据为2004年6月29日的 TM 遥感影像。在提取城市绿地前, 需要对影像进行一些预处理, 主要包括大气校正和几何校正。将处理好的遥感影像加载到系统中, 通过系统的绿地自动提取功能, 提取罗湖区和福田区的城市绿地, 随后通过数据统计功能统计这2个区的绿地面积。对比遥感解译的结果, 该系统自动提取绿地的精度达到98.7%, 能满足快速提取的要求。

4 结论

(1) 本系统实现了城市绿地信息的自动提取功能, 运用像元信息分解方法自动提取城市绿地信息, 在很大程度上节省了人力及物力, 能够很好的满足城市绿地信息快速监测的要求。

(2) 像元信息分解法得到的只是端元在混合

像元中的丰度,并没有真正的把地物分离出来,本文利用像元信息分解法设置分离规则,自动分离出绿地。

(3) 系统引入的像元信息分解模型,其端元的反射率采用的是标准反射率,这与地物实际反射率略有出入。实际工作中,如直接测定工作区域各端元的实际反射率并输入系统,将进一步提高自动分解的精度。

(4) 本文建立的城市绿地信息自动提取 GIS 平台,对实现城市绿地信息管理具有十分重要的现实意义,也为规划和制定城市政策提供了一个快速获取相关信息的技术手段。

参考文献:

- [1] 周文佐,潘剑君,刘高焕. 南京市城市绿地现状遥感分析[J]. 遥感技术与应用, 2002, 17(1): 22-26.
ZHOU Wenzuo, PAN Jianjun, LIU Gaohuan. Analysis of ecological vegetation in Nanjing city[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2002, 17(1): 22-26.
- [2] 刘小平,邓孺孺,彭晓鹏. 城市绿地遥感信息自动提取研究—以广州市为例[J]. 地域研究与开发, 2005, 24(5): 110-113.
LIU Xiaoping, DENG Ruru, PENG Xiaojuan. An automatic extraction model of urban greenbelt remote sensing image—A study on Guangzhou city[J]. Areal Research and Development, 2005, 24(5): 110-113.
- [3] 刘琳. 3S 技术在城市绿地管理中的应用[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(6): 1263-1264.
LIU Lin. Application of 3S in urban green management[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2006, 34(6): 1263-1264.
- [4] 何瑞珍,张敬东,赵巧红等. RS 与 GIS 在洛阳市绿地系统规划中的应用[J]. 中国农学通报, 2006, 22(6): 445-448.
HE Ruizhen, ZHANG Jingdong, ZHAO Qiaohong, et al. Application of RS and GIS in green planning in Luoyang city[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2006, 22(6): 445-448.
- [5] 王雪,赵宪文,梁朝信. 基于遥感和 GIS 的城市绿地景观格局分析[J]. 林业资源管理, 2006, 4: 81-85.
WANG Xue, ZHAO Xianwen, LIANG Chaoxin. Analysis on urban green space landscape based on RS and GIS[J]. Forest Resources Management, 2006, 4: 81-85.
- [6] 于明洋,崔健,徐秋晓. 基于遥感技术的龙口市绿地覆盖监测与分析[J]. 山东建筑大学学报, 2007, 22(1): 85-88.
YU Mingyang, CUI Jian, XU Qiuxiao. The monitoring and analysis of green cover in longkou city based on the remote sensing technology[J]. Journal of Shandong Jianzhu University, 2007, 22(1): 85-88.
- [7] 李森,张永红,张继贤. 绿地信息提取研究[J]. 测绘科学, 2007, 32(2): 131-133.
LI Miao, ZHANG Yonghong, ZHANG Jixian. Study on the extraction of greenbelt information[J]. Science of Surveying and Mapping, 2007, 32(2): 131-133.
- [8] 孙天纵,周坚华. 城市遥感[M]. 上海:上海科学技术文献出版社, 1995: 250-259.
- [9] 邓孺孺. 青藏高原地表反射率反演及冷热源分析[D]. 北京:中国科学院研究生院, 2002.
- [10] 刘小平,彭晓鹏,艾彬. 像元信息分解和决策树相结合的影像分类方法. 地理与地理信息科学[J]. 2004, 20(6): 35-39.
LIU Xiaoping, DENG Ruru, PENG Xiaojuan. an automatic classification model of remote-sensing image based on pixel information decomposition combined with decision tree[J]. Geography and Geo-Information Science, 2004, 20(6): 35-39.

(下转第 139 页)

[8] 陈德恒. 有机结构分析[M]. 北京: 科学出版社, 1985:

90.

A New Glycolipid Isolated from Brown Algae *Zonaria diesingiana*

MENG Li-qiong¹, MA Bo¹, ZHOU Bi-hua¹, LIU Li-juan²,

YAN Su-jun¹, MA Lin¹, SU Jing-yu¹, ZENG Long-mei¹

(1. School of Chemistry and Chemical Engineering, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China;

2. Department of Chemistry, Zaozhuang Normal College, Zaozhuang 277160, China)

Abstract: A new glycolipid 1, 3 - hexadecylcarbonyloxy-2- (16''Z) - henicosylcarbonyloxy-glycerol -1- β -D-galactoside was isolated from brown algae *Zonaria diesingiana* collected from South China Sea. Its structure was characterized by spectroscopic analyses.

Key words: brown algae; *Zonaria diesingiana*; glycolipid; spectroscopy

(上接第 136 页)

An Automatic Extraction System of Urban Greenbelt based on Pixel Information Decomposition Model

QIAO Ji-gang^{1,2}

(1. School of Geography and Planning, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China

(2. Resource and Environment School, Guangdong University of Business Studies, Guangzhou 510320, China)

Abstract: A new automatic classification system, using pixel information decomposition model as the key function, is constructed in order to effectively pick up the data of urban greenbelt change from remote image. Firstly, image pixel information is divided into four elementary components—water, vegetation, soil and cement ground. Then, the abundances of four components in pixel are calculated and the components are automatically decomposed by the system. In this system, the threshold value of vegetation discriminant is adjustable, so the optimal result can be obtained through adjusting the threshold value. Besides the pixel information decomposition model, the function of space analysis model and the statistic analysis model are integrated in this system. Finally, utilizing the TM image of Futian and Luohu Districts of Shenzhen city as case study, a precision of 98.7% is obtained when compared the greenbelt acreage extracted by pixel information decomposition model with the result obtained by judging image with eyes.

Key words: remote sensing; pixel information decomposition; urban greenbelt; geography information system