

文章编号:1671-8860(2005)02-0170-04

文献标志码:A

命题逻辑演算方法在多时相遥感影像专题解译中的应用

邓文胜^{1,2} 关泽群¹ 秦 昆¹

(1 武汉大学遥感信息工程学院,武汉市珞喻路129号,430079)

(2 湖北大学资源环境学院,武汉市学院路11号,430062)

摘要:介绍了命题逻辑演算方法。以武汉地区1993年和2002年的Landsat TM数据为例,应用该方法对近10年武汉城镇建筑的覆盖变化进行了试验,证明了该方法用于土地利用动态变化的可行性。

关键词:命题逻辑演算;遥感影像;建筑覆盖变化**中图法分类号:**TP751

遥感技术已成为获得实时和真实可靠的地表覆盖变化信息的有力工具^[1]。利用遥感技术经常性地获取大量详细的区域变化数据,可以对区域的变化范围、大小、时间、速度、特点和趋势等基本参数进行细致的分析,这也是对地表覆盖变化进行监测的重要前提。遥感影像具有可比性、综合性和动态性,这为快速获取区域变化数据提供了条件。目前,采用的遥感信息提取方法主要有人工目视解译和计算机图像处理。基于光谱特征、纹理特征、形状特征等信息提取^[2]都是较好的提取信息的方法。逻辑方法在图像处理中也有应用,如对等逻辑过滤技术^[3]可用于边缘检测、特征提取等。本文以武汉市为例,基于最大似然法分

类^[4]和建筑指数法^[5]分类,分别从几个时期的遥感影像上提取出城镇建筑覆盖区专题信息后,用命题逻辑演算方法来研究多时相的遥感影像,提取动态变化信息。

1 命题逻辑演算方法

凡命题都有一个真、假问题,如果以 P 、 Q 分别表示两个命题,当命题为真时,取值为 T ;当命题为假时,取值为 F 。在命题逻辑里,通过一系列的逻辑运算 $\{\neg, \wedge, \vee, \rightarrow, \leftrightarrow, \bar{V}, \uparrow, \downarrow\}$,可以解决一些复杂问题。命题逻辑的基本演算可用真值表来表示(如表1)^[6]。

表1 命题逻辑演算真值表
Tab. 1 True Value of Propositional Logic Calculation

P	Q	$P \wedge Q$	$P \vee Q$	$\neg P$	$\neg Q$	$P \rightarrow Q$	$P \leftrightarrow Q$	$P \bar{V} Q$	$P \uparrow Q$	$P \downarrow Q$
F	F	F	F	T	T	T	T	F	T	T
F	T	F	T	T	F	T	F	T	T	F
T	F	F	T	F	T	F	F	T	T	F
T	T	T	T	F	F	T	T	F	F	F

表1表示的是两个命题的逻辑演算,如果有3个以上的命题,只要其取值只有真、假两种,那么同样可以将其简化为两个命题的逻辑演算。例如,设 P 、 Q 、 R 、 S 分别表示一个命题,分别有真值 T 和假值 F ,则根据表1的真值表演算,可推理如下:

$$(P \rightarrow Q) \wedge (Q \rightarrow R) \Rightarrow P \rightarrow R,$$

$$(P \rightarrow Q) \wedge (R \rightarrow S) \wedge (P \vee R) \Rightarrow Q \vee S$$

人们习惯于进行 \neg 、 \wedge 、 \vee 的演算,其他演算均可转化为此演算。

在命题逻辑演算中,用 T 和 F 表示具体问题

收稿日期:2004-11-09。

项目来源:国家教育部高等学校博士点专项基金资助项目(20030486045);测绘遥感信息工程国家重点实验室开放研究基金资助项目(030101,020102);湖北省教育厅重点资助项目(D20051006)。

的两种状态,只是表示命题的真与假,因此,其应用范围可以大大推广。在现实生活中,许多复杂问题都可以简化为简单的真假,再进行命题逻辑演算。

2 多时相遥感图像专题信息逻辑演算

对于任意复杂的遥感图像,都可以用遥感图像分类方法,如最大似然分类法、上下文分类法^[7]、神经网络分类法^[8]等提取出某一类型的专题信息,如城镇专题图、植被分布图、水系分布图、耕地分布图等。假设需要提取类型的属性值为真命题,而其他类型的属性值都取值为假命题,即可得真假命题的二值图像。仅有一个时期的图像可以研究地物的空间分布规律,但不能研究其动态变化。若以几个时期的图像经过分类得到专题分类图后,再以命题逻辑演算方法进行后处理,可以解释复杂现象的动态变化。

本试验选用武汉市及周边部分地区近4 800 km²作为研究区,选取1993年10月12日TM影像(如图1(a))和2002年7月9日TM影像(如图1(b)),波段4、3、2分别为红、绿、蓝,以提取建筑覆盖区,进而研究近10年来武汉市区域城镇建筑覆盖区变化。

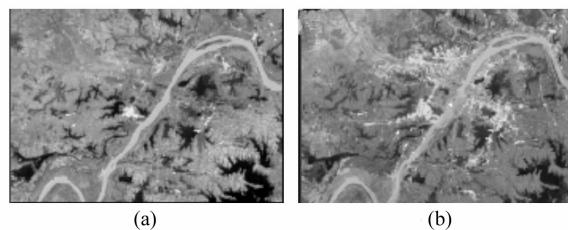


图1 研究区

Fig. 1 Study Area		93 \wedge 02	93 \vee 02	93 \bar{V} 02	\neg 93 \wedge 02	93 \wedge (\neg 02)
93	02	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
255		255 255	255 255	255 255	255 255	255 255
	255	255 255	255 255	255 255	255 255	255 255

图2 用命题逻辑演算方法自动提取建筑覆盖变化示意图

Fig. 2 Diagrammatic Sketch of Automatically Extracting Built-up Cover Change with Propositional Logic Calculation Method

通过ERDAS Imagine 8.4栅格属性统计,得到图3(a)~3(g)城镇建筑覆盖区与非城镇建筑

综合运用最大似然分类法、建筑指数法、植被指数法,从图1(a)和图1(b)中提取出城镇建筑覆盖区的专题信息。

设1993年二值专题图像为命题P,2002年二值专题图像为命题Q,为了突出显示城镇建筑覆盖区,以像元值为0表示非城镇建筑覆盖区,即假命题,其值为F;以像元值为255表示城镇建筑覆盖区,即真命题,其值为T。命题逻辑演算公式可用表1所示的真值表表示,但由于能直接反映城镇建筑覆盖区变化信息的只有几条规则,所以从表1的命题逻辑演算规则中提取几条相关规则,其逻辑操作运算过程^[8]如下。

- 1) 93 \wedge 02, 93 \cdot AND \cdot 02 (图2(c));
- 2) 93 \vee 02, 93 \cdot OR \cdot 02 (图2(d));
- 3) 93 \bar{V} 02, ((\cdot NOT \cdot 93) \cdot AND \cdot 02) \cdot OR \cdot (93 \cdot AND \cdot (\cdot NOT \cdot 02)) (图2(e));
- 4) \neg 93 \wedge 02, (\cdot NOT \cdot 93) \cdot AND \cdot 02 (图2(f));
- 5) 93 \wedge (\neg 02), 93 \cdot AND \cdot (\cdot NOT \cdot 02) (图2(g))。

图2(a)和图2(b)对应的图像分别为图3(a)和图3(b),是命题逻辑演算的两个原命题,根据图2(c)~2(g)的城镇建筑覆盖区变化信息自动提取命题逻辑演算操作,可以得到几个复杂命题。利用ERDAS Imagine 8.4软件的建模(spatial modeler)功能,对研究区的命题逻辑演算的实际结果对应于图3(c)~3(g)。图3中,白色代表城镇建筑覆盖区,黑色代表非城镇建筑覆盖区。若要知道城镇核心区、城镇变化区、城镇变为非城镇区、非城镇变为城镇区,各面积大小如何,则用命题逻辑演算不难操作。

表2 城镇建筑覆盖区用地变化

Tab. 2 Built-up Cover Change in Urban Area

类型	1993年	2002年	93 \wedge 02	93 \vee 02	93 \bar{V} 02	\neg 93 \wedge 02	93 \wedge (\neg 02)
城镇建筑覆盖区	像元数	239 108	523 710	194 143	568 675	374 532	329 567
	面积/km ²	215.2	471.34	174.73	511.81	337.08	296.61
非城镇建筑覆盖区	像元数	5 111 727	4 827 125	5 156 692	4 782 160	4 976 303	5 021 268
	面积/km ²	4 600.55	4 344.41	4 641.02	4 303.94	4 478.67	4 519.14

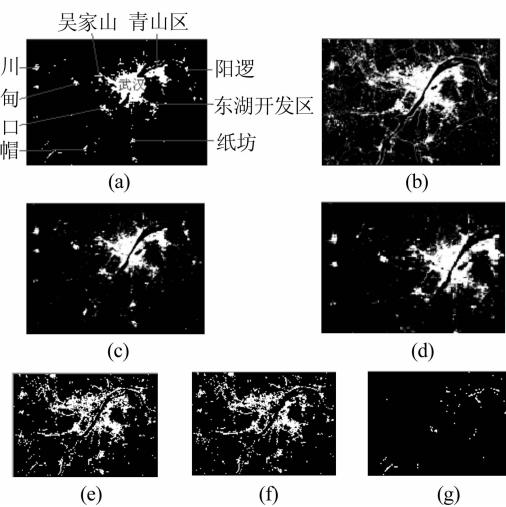


图3 从1993年到2002年城镇建筑覆盖变化

Fig. 3 Built-up Cover Change in Urban Area from 1993 to 2002

3 结果分析

3.1 城镇建筑覆盖变化规模大、速度快

图3(a)按 Bayes 最大似然分类法和城镇建筑指数法分类^[9],从1993年10月12日TM影像提取的城镇建筑覆盖区专题图,城镇建筑覆盖区有239 108个像元,总面积为215. 2 km²。图3(b)为与1993年同样的分类方法,从2002年7月9日TM影像上提取的相同研究区的城镇建筑覆盖区专题图,城镇建筑覆盖区有523 710个像元,总面积为471. 34 km²。由此可见,在研究区内的10 a里,城镇建筑覆盖区面积净增加256. 14 km²,是1993年城镇建筑覆盖区的1倍多,平均年增加25. 6 km²。而由建国初期70多km²至1993年的215. 2 km²,44 a里城镇建筑覆盖面积仅增加约140 km²^[10],平均年增加3. 18 km²。所以说,武汉市近10 a来城镇建筑覆盖区的发展速度是超常规的,相应地,非城镇建筑用地,包括耕地、林地、水体用地面积在日益萎缩,从1993年到2002年减少了256. 14 km²。

3.2 城镇核心区“摊大饼”式扩展明显

图3(c)为建筑覆盖未变化用地,即城镇核心区。从表2统计得到共有194 143个像元,面积约为174. 73 km²。显然,1993年和2002年城镇建筑覆盖面积向外围扩大分别为40. 47 km²和296. 61 km²,从核心区向外围的扩展趋势越来越明显。图3(d)为1993年或2002年城镇建筑覆盖分布图,显示了以武汉三镇为中心集聚分布明

显。图3(e)为1993年到2002年城镇建筑覆盖用地转化为其他用地或其他用地转化为城镇建筑覆盖用地分布图,表2显示共有374 532个像元,面积约337. 8 km²。图3(f)为1993年到2002年非城镇用地转化为城镇建筑覆盖用地分布图,共329 567个像元,面积约296. 61 km²。在主城,外围“摊大饼”扩展最为明显,经ERDAS软件统计得,1993年汉口、汉阳、武昌三镇(包括青山区)的总面积约190 km²,2002年的总面积约377 km²,主城核心区增加约87 km²,增长45. 7%。

3.3 城市边缘区和卫星城扩展最为迅速

根据图3(a)、3(b)可知,1993年和2002年面积大于2 km²以上的卫星城镇数量没有改变,主要包括沌口、纸坊、蔡甸、阳逻、纱帽、吴家山等,都是城市的边缘区且紧靠主城的卫星城,在离主城区30 km的半径内,其中吴家山已与主城相连。经ERDAS统计得,这6个卫星城镇的建筑覆盖面积,1993年约为15 km²,约占研究区建筑覆盖总面积的7%;2002年达到81 km²,占研究区建筑覆盖总面积的17%。这6个城镇建筑覆盖的面积增加66 km²,增长440%,且在建筑覆盖总面积中的比重大幅度上升,比主城区建筑覆盖区增长更迅猛。扩展速度最快的是沌口开发区,扩大了约8倍,其次是纸坊,扩大了约3. 8倍。距离武汉市主城区(以龟山电视塔为中心)约35 km的汉川市,也扩大了约2倍。

图3(g)显示了1993年到2002年由城镇建筑覆盖用地转化为非城镇建筑覆盖用地的面积,约40. 47 km²,主要是湖边、江边、路边,其原因是:①由于图像配准精度不高,造成了地物边缘发生位移;②城镇建筑覆盖用地分类本身精度不够高,由城镇与裸地混分引起的;③由于拆除乱搭乱盖的建筑物,增加防护林或植树种草,改善了生态景观所致。

4 结语

1) 本文实例虽然选用城镇建筑覆盖变化专题提取和TM影像分类数据,但是对于植被覆盖变化专题提取、耕地变化专题提取等其他的影像数据,以及对于不同的空间尺度和粒度,该方法仍然适用。

2) 该方法应用的前提是对多时相专题影像信息提取时,影像配准和分类精度要求高。影像配准不好,会造成类型差异;分类精度不高,则后

处理精度相应地也会受到影响。虽然本文没有讨论配准和分类精度问题,但研究结果表明,图3(g)中1993年城镇建筑覆盖变化减少区达 40 km^2 ,其中有两时期坐标配准和分类精度的原因。

3) 该方法的局限性是它只对单一要素进行专题提取,不适于多要素信息的提取。

参 考 文 献

- 1 李德仁,关泽群.空间信息系统的集成与实现.武汉:武汉测绘科技大学出版社,2000. 55~137
- 2 周成虎,骆剑存.遥感影像地学理解与分析.北京:科学出版社,2001. 41~63
- 3 Mertzios B G, Tsirikolias K. Application of Coordinate Logic Filters in Image Analysis and Pattern Recognition. Circuits, Systems and Signal Processing, 1998, 17 (4): 517~538
- 4 Conese C. Improvement in Maximum Likelihood Classification Performance on Highly Rugged Using Principal Components Analysis. Int. J. Remote Sensing, 1993, 14 (7): 1 371~1 382
- 5 Zha Y, Gao J, Ni S. Use of Normalized Difference Built-up Index in Automatically Mapping Urban Areas from TM Imagery. Int. J. Remote Sensing, 2003, 24 (3): 583~594
- 6 石纯一.数理逻辑与集合论.北京:清华大学出版社,2000. 2~53
- 7 Flygare A M. A Comparison of Contextual Classification Methods Using Landsat TM. Int. J. Remote Sensing, 1997, 18 (18): 3 835~3 842
- 8 关泽群.商空间下的遥感图像分析理论探讨:[博士论文].武汉:武汉大学,1995
- 9 Fischer M M, Leung Y. A Genetic-Algorithms Based Evolutionary Computational Neural Network for Modeling Spatial Interaction Data. The Annals of Regional Science, 1998, 32:437~458
- 10 Deng W S, Guan Z Q. On Spatial Structure of Urban System of Wuhan Based on RS and GIS. Asia 2003 GIS Conference, Wuhan, 2003

第一作者简介:邓文胜,副教授,博士生。主要从事遥感、地理信息系统的理论与应用研究。

E-mail:dengwensheng2169@hubu.edu.cn

Application of Propositional Logic Calculation Method to the Multi-temporal Remote Sensing Monographic Interpretation

DENG Wensheng^{1·2} GUAN Zequn¹ QIN Kun¹

(1) School of Remote Sensing and Information Engineering, Wuhan University, 129 Luoyu Road, Wuhan 430079, China)

(2) School of Resource and Environment Science, Hubei University, 11 Xueyuan Road, Wuhan 430062, China)

Abstract: This paper introduces a method for propositional logic calculation. Based on the Landsat TM data in 1993 and 2002 in Wuhan area, this paper discusses the urban built-up cover change. Last, this paper comes to a conclusion that it is of theoretical and practical significance that this method is used to study dynamic land use change.

Key words: propositional logic calculation; remote sensing image; built-up cover change

About the first author: DENG Wensheng, associate professor, Ph.D candidate. His major research orientation is RS, GIS theory and application.

E-mail: dengwensheng2169@hubu.edu.cn

(责任编辑:涓涓)