

有眼台风的自动定位方法初探¹⁾

冯民学 于 波 陈必云 周 煜

(江苏省气象台, 南京 210008) (中国气象学会)

提 要

利用 GMS 红外云图对有眼台风云系的定位问题进行了探讨, 并根据其云系特征, 提出了一种基于台风云系形状分析的自动定位方法。

关键词: 有眼台风 自动 识别

引 言

台风中心的确定是台风分析、预报工作中的重点。随着卫星探测技术的不断发展及其探测分辨率的不断提高, 卫星云图已成为国际上台风定位时应用最广泛的一种手段。

目前, 在美国最常见的卫星定位方法是使用 Dvorak 方法, 并结合透明螺旋线性板加主观解释^[1]。该方法通过以不同阶段的台风云系的云型进行分类处理来确定适当的云系中心位置。我国国家气象中心目前也主要是通过预报员直接用光标在云图上手工确定台风云系的中心位置, 然后再结合地面资料、雷达资料以及云图的增强显示、动画显示等手段进行定位校正。这些方法的优点是定位准确可信, 不足之处是定位的主观性较大。因而如何将这些方法客观化、量化, 并尽快在微机上建立起一套自动化程度较高的业务工作是十分必要的, 为此, 我们在对台风云系进行自动识别成功的基础上开展了有眼台风自动定位的研究开发工作, 并初步取得了一些成果。

1 方法原理

在卫星云图上, 成熟台风云系是由台风眼区、眼壁云区、中心密实云区、外部输入云带及其嵌入其内的强对流云区 5 个部分组成^[2], 也就是说, 有眼台风的眼区在数字化红外云图上是被大面积极低温度的云区所包围的、且温度相对较高的区域。眼区的形状可有多种, 通常可分为不规则大眼、大而圆眼、小而圆眼和小而清晰的圆眼等, 而台风中心一般处在台风眼中的具有最暖点或最暖区的几何中心。根据上述原理, 我们提出了一种基于形状分析的有眼台风自动定位方法, 其方法流程图略。

2 有眼台风的自动定位

有眼台风的自动定位方法由云图的预处理、黑洞检测和识别眼区以及确定中心 4 部分组成。

2.1 云图的预处理

云图的预处理包含图像二值化、去噪处理和边缘检测 3 个步骤。

1) 本文为中国气象局科教司青年基金会资助项目。

云图的二值化处理就是将灰度图像转化为黑白二值图像。具体地讲就是将某一阈值以上的灰度值像素点置1,其它像素点置0。本方案中可针对云图上台风云系的特点,自动选取阈值。

去噪处理则是通过数学形态学方法中的腐蚀、膨胀运算去除云图的黑白噪声。首先我们对云图进行腐蚀处理,以去掉图像中的一些孤立云块和毛刺,保留所有黑洞,然后进行膨胀运算,以恢复云团原有的大小,对图像进行平滑处理。

边缘检测方法是通过对提取图像的轮廓和边缘,以获得云团以及云洞的范围。图像轮廓的生成对二值情况而言是相当简单的。经过膨胀的二值图像,其轮廓图像的生成表示如下:

$$\text{轮廓 } O = A - (A - B)$$

即原图像减去一次腐蚀的结果就是轮廓。

图像的边缘提取时我们采用了平行搜索算法,其基本思想是:逐行检验像素点,当检测到非0像素时,按以下规则处理:

(1)该像素与已建立的云系区域记录的边缘端点有无接触?若无,建立一个新的云系记录;若有,则将该像素归入这个云系区域并修正记录参数。

(2)若两个云系记录的连续端点相邻,则合并两个记录并修正记录参数。

(3)若一个云系区域记录的边缘端点相接,则该封闭的云系区域有效。

(4)若某一记录的边缘端点“无路可走”,则视情况取消该记录。

最后,根据云系区域记录数据画出边缘矩形框区。

2.2 黑洞检测

黑洞检测的目的是排除一些不恰当的云洞。具体来讲,可分为排除小云团、排除大云

团外的云洞以及取消最大云团、取消过小黑洞4个步骤进行。

(1)排除小云团操作,主要是消除最大区域云团处的所有小云团,保留最大区域云团的框区。云团、云洞的分类识别采用以下原理:由于台风云团不可能是标准矩形,故而云团的边缘框区必然跨越黑区,云洞的边缘框区必然跨越白区。

(2)取消最大云团外的所有云洞操作是以台风眼区不会出现在大片云团框区之外的原理为依据的。

(3)在完成上述两步操作后,再消除最大云团框区,以排除所有云团,保留待识别台风眼的黑洞。

(4)由于台风眼的直径通常为35—40km,最小为10—20km。因此,台风眼的眼区在GMS红外云图上一般不会小于 2×2 的像素范围,当边缘检测得到的云洞矩形范围的任一边小于2个像素点时(即等于1个像素点)则判定该云洞不可能是真正的台风眼区而予以填补。

2.3 识别眼区

识别眼区部分主要是通过计算并判别各云洞内的最高温度、平均温度以及各云洞外围云团最冷云带处(大约55km处)环形包络线上的最低温度和平均温度值而完成的,其主要判别规则如下:

(1)台风眼区的最高温度不大于 $+10^{\circ}\text{C}$;

(2)台风眼区的最高温度以及眼区的平均温度一般高于其它云洞内的相应温度值;

(3)台风眼区外围区55km处环形包络线上云团的最低温度和平均温度值一般要低于其它云洞相应地点处的最低温度和平均温度值。

2.4 中心定位

在完成台风眼区识别后,程序将自动寻找眼区最暖点或最暖区几何中心及其相应的

坐标值,并转换成经、纬度显示在屏幕上供预报员参考。

3 有眼台风定位试验

在试验过程中,我们对现有的 65 例云系

样本进行了有眼台风的定位试验,其中 51 例有眼台风,4 例无眼台风,7 例扰动和 3 例非台风云系,台风眼区的识别平均准确率达 97%(见表 1)。

表 1 有眼台风定位算法的定位结果

云系种类	样本数量	定位结果					平均正确率/%
		正确定出 眼区数量	错误定出 眼区数量	未定出 眼区数量	错误 样本数	正确率 /%	
有眼台风	51	49	0	2	2	96	97
无眼台风	4	0	0	4	0	100	
扰动	7	0	0	7	0	100	
非台风	3	0	0	3	0	100	

表 2 1996 年有眼台风自动定位值

台风 编号	时间 /月.日.时.分	本方法定位		中央台定位	
		纬度/°N	经度/°E	纬度/°N	经度/°E
9612	0820	1032	17.7	119.0	
		1432	17.7	118.0	
		1632	17.0	117.4	
	0821	0732	17.6	114.0	17.5
		1032	17.2	113.0	
		1331	17.7	112.4	17.5
		1632	17.6	112.5	
	0822	0702	18.1	108.7	
		1032	18.6	108.8	
		0908	0732	19.4	119.8
9615	0908	1032	19.6	118.6	
		1331	19.9	117.7	19.9
		1632	20.1	116.6	
		0909	0732	21.1	111.0
	0915	1032	21.3	110.5	21.2
		0832	18.1	127.1	18.0
		1032	18.4	126.9	
		1331	18.4	126.9	18.5
		1632	18.7	126.8	
		0916	0833	20.0	126.2
9619	0928	1032	20.2	126.2	19.9
		1432	20.5	126.1	20.5
		1632	20.5	126.2	
		0732	21.1	138.3	21.1
		1032	21.3	138.1	
		1332	21.4	138.0	21.5
	0929	1632	21.4	137.3	
		0732	23.4	138.0	23.3
		1032	23.6	137.9	
		1332	24.0	138.2	24.2
9620	0928	1631	24.0	138.3	
		0732	22.8	125.4	22.8
		1032	23.2	125.1	
		1332	23.6	125.0	23.6
		1632	23.9	125.3	
		0929	0732	26.4	126.3
	0929	1032	27.0	126.2	26.2
		1332	27.3	126.4	27.3
		1631	27.4	126.4	
					126.3

注:本方法每次定位时间为云图接收时间,在接收结束后 20 分钟内完成台风定位,定位结果用传真送上海台风研究所。

台风中心定位的结果与台风年鉴定位结果比较,最大误差为 17km,平均误差为 4km (根据 1996 年业务应用台风定位发报,由上海台风研究所评定(见表 2),基本上可满足业务应用的需要,具体操作后的图像结果略。

4 结语

有眼台风的自动定位技术是提高台风云系识别和分析客观化、量化进程的第一步。试验表明,这种基于台风云系形状分析的有眼台风自动定位方案是成功的。我们在进一步开展无眼台风自动定位方法研究的同时,将在今后的台风业务工作中进一步应用、完善,以充分发挥其应有的效益。

参考文献

- 1 裴国庆等.全球热带气旋预报指南.北京:气象出版社,1995,6.
- 2 江吉喜.气象卫星资料在热带气旋分析和预报中的应用.气象卫星资料分析讲习班讲义.中国气象局卫星气象中心,1990.

(下转第 14 页)

(上接第 17 页)

Automatic Location Method of the Typhoon-eyed

Feng Minxue Yu Bo Chen Biyun

(Meteorological Observatiry of Jiangsu, Nanjing 210008)

Zhou Yu

(Chinese Meteorological Society, Beijing 100081)

Abstract

The cloud system of the typhoon-eyed is analysed for determination of typhoon center by use of GMS infrared pictures. According to cloud features, the automatic location method based on cloud pattern analyses is suggested.

Key Words: typhoon-eyed automatic recognition location GMS infrared picture