区域过程事件识别方法

完成人：刘凑华（liucouhua@163.com）、牛若芸（niury@cma.gov.cn）

以目标识别方式确定强降水过程为例介绍区域过程事件的识别。目标识别是从原始的降水场中提取大于一定量级的降水区域并将它划分成少数几个降水目标，其中关键内容是逐步将小的目标合并成大目标。目标识别过程实际上是一个聚类分析的过程（Marzban，2006），其步骤如下：（1），设定一个阈值 α，找出观测场或预报场中降水值大于 α 的观测点或格点，每一个观测点或格点作为一个初始的目标。（2），计算各个目标两两之间的临近度，找出最为临近的两个目标，若它们之间的临近度大于给定阈值 β 则合并作为一个目标。重复（2），直到所有的目标之间的临近度都小于 β，则算法终止，所剩目标即为算法识别出的降水目标。

算法中目标之间临近度的定义决定了最终目标识别的结果，其定义越合理，目标识别的结果越合理。降水目标实际上是像素点（站点或格点）的集合，已有的研究中通常采用点集之间的距离的倒数作为临近度（Venugopal，2005；Marzban，2006；Gilleland，2008），目标之间距离越大，越不该合并。常用的点集之间的距离定义有平均距离、最近距离、最远距离和最大近距。

比较这四种度量方式，最远距离是一种最不稳定的度量，很容易将一个尺度较大的目标判断成两个目标，而将尺度较小的两个目标判断成一个目标；最近距离是一种相对稳定的度量，但是容易将主体相距较远但有很小部分接近的两个目标误判成一个目标；平均距离和最

大近距的性能介于最小距离和最大距离之间。

考虑到已有临近度定义存在的问题，提出一种更为合理的临近度的定义方法。一般两个目标临近度不单由距离决定，至少还需考虑面积和形状的因素。当判断两个目标整体上临近时，实际是指一个目标中的很大部分处于另一个目标的附近。以图1来示意说明，图1中有A和B两个目标，以填色区域表示，目标A和B有各自临近区域，A和B各自处于对方临近区域的部分用黑色表示。A的黑色部分的面积占总面积的比例就反映了A处于B临近区域的程度，反之亦然，这个比例越高越说明A和B应该合并。

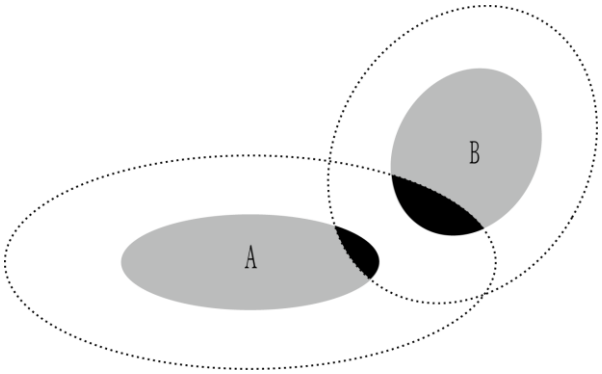

图 1 目标之间临近度计算示意图

为此，先对目标的临近区域进行定义，步骤如下

步骤1，计算目标的主轴和次轴的特征长度(l_1，l_2)和特征方向($\vec{v}_1$和$\vec{v}_2$)。

步骤2，设定一个特征尺度D_0，计算反映降水目标形状的属性：

$$\gamma = \max(\frac{\max(l_2, D_0)}{\max(l_1, D_0)}, 0.5) \tag{1}$$

步骤3，点到目标A中第i个像素（$\vec{a}_i$）的距离为：

$$d_{\vec{x},\vec{a}_i} = (\gamma(\vec{x} - \vec{a}_i) \cdot \vec{v}_1)^2 + ((\vec{x} - \vec{a}_i) \cdot \vec{v}_2)^2 \tag{2}$$

步骤4，点到目标A的距离为：

$$d_{x_A} = \min(d_{x,a_i}, i = 1, n) \quad (3)$$

步骤5，临近区域定义为所有到目标距离小于D_0的区域。

根据上面的定义，当目标的尺度小于D_0时，其临近区域是均匀的往四周延伸。如果目标尺度大于D_0且呈团状分布，其临近区域也是较均匀的向四周延伸。如果目标尺度大于D_0，且呈狭长带状，则其临近区域沿着主轴的方向要延伸的更远，但最多不超过两倍D_0的距离。

在目标的临近区域的定义基础上，将两个目标的临近度定义为：

$$r_{A,B} = \max(n_A / N_A, n_B / N_B) \quad (4)$$

其中N_A和N_B分别是目标 A 和目标 B 的总像素个数，n_A和n_B是目标 A 和 B 分别处于对方临近区域的像素个数。

试验表明，采用这种算子来定义临近度的方式可以提高目标识别结果的合理性，较好地识别区域过程事件。

参考文献：

Gilleland, E., T. C. M. Lee, J. Halley Gotway, R. G. Bullock, and B. G. Brown. Computationally efficient spatial forecast verification using Baddeley's delta image metric. Mon. Wea. Rev, 2008, 136: 1747-1757.

Marzban, C., and S. Sandgathe. Cluster analysis for verification of precipitation fields. Wea. Forecasting, 2006, 21: 824-838.

Venugopal, V., S. Basu, and E. Foufoula-Georgiou. A new metric for comparing precipitation patterns with an application to ensemble forecasts. J. Geophys. Res, 2005, 111: D08111.

刘凑华，牛若芸. 2013. 基于目标的降水检验方法及应用. 气象，39（6）：681-690.