

文章编号:1001-4179(2011)22-0096-02

# 基于人工神经网络的岩体结构面分组方法研究

彭 傲<sup>1</sup>, 程周炳<sup>2</sup>

(1. 水利部长江勘测技术研究所, 湖北 武汉 430011; 2. 中国地质大学(武汉), 湖北 武汉 430074)

**摘要:**结构面分组是进行岩体结构面模拟的重要环节,将人工神经网络技术运用于结构面的分组中,是一种新的尝试。介绍了运用 SOFM 神经网络进行结构面分组的方法,并结合工程实例,对其应用效果进行了探讨,指出运用该法虽能达到对结构面进行智能分组的效果,但最后仍需对结果进行人工判断,特别是对高倾角的分组效果不理想,有待进一步改进完善。

**关键词:**神经网络; 结构面分组; 分组方法; 岩体结构面模拟

中图法分类号: P642 文献标志码: A

岩体结构分析主要是研究结构面和结构体的相互构成关系,他们的构成关系对工程岩体的质量影响较大,因为结构类型的不同会影响岩体的物理性质和力学性质,在不同的工况条件下,会出现不同的效果,往往是一条结构面决定了岩体最终的破坏。因此,对于结构面的测量和统计及分组就成为了十分关键的步骤。

岩体结构面网络模拟技术是一种基于统计学原理,并且采用 Monte Carlo 随机模拟方法的一种结构面的虚拟模拟技术。它的实际基础还是建立在结构面的真实测量上,通过它得到的结构面模拟分布具有和实际分布一样的统计结果,因此可以从点到面,从外到内地表征整个岩体的结构特点,从而可以帮助人们直接明了地认知结构面在岩体内部的分布情况,克服了在通常情况下不能直接观察、量测岩体的内部结构的缺点。

结构面分组是进行岩体结构面模拟的重要环节,分组的目的是真实还原结构面在结构体当中的真实状况,从而更好地为结构面模拟做准备。结构面分组方法较多,其中运用最为广泛的莫过于结构面法线等面积赤平投影作图法。随着电子计算机的快速发展,越来越多的技术被引入进来,人工神经网络也是其中一种。

将人工神经网络技术运用于结构面分组中,正是

利用其可以智能分组的特性,可在一定程度上还原出结构面在结构体当中的真实存在状态,本文以具体工程为例,探讨人工神经网络在岩体结构面模拟中运用的可能性。

## 1 基于 SOFM 神经网络的结构面分组方法

(1) 将结构面的倾角 - 倾向进行数据处理。即是 将结构面的产状映射到  $(-1, 1)$  区间里面,这里主要利用线性函数转换,表达式如下:

$$y = (x - \text{MinValue}) / (\text{MaxValue} - \text{MinValue}) \quad (1)$$

式中,  $x, y$  分别为转换前、后的值,  $\text{MaxValue}$ 、 $\text{MinValue}$  分别为样本的最大值和最小值。

(2) 构造 SOFM 网络的拓扑结构。SOFM 网络主要在于研究竞争层的神经元数目个数的确定,以及怎样进行分类。在研究了竞争层为  $1 \times 3 = 3, 2 \times 3 = 6, 3 \times 3 = 9$  及  $2 \times 6 = 12$  个神经元的二维网络拓扑结构的 SOFM 网络对输入向量倾向 - 倾角进行分类,并通过距离函数  $\text{dist}$  或者  $\text{mandist}$  来计算距离之后,发现不同的拓扑结构的分类效果并不一样,其中以竞争层为  $3 \times 3 = 9$  的时候为佳。因此,本文选取竞争层为  $3 \times 3 = 9$ 。

(3) 确定 SOFM 神经网络的训练次数及结束条件,这里设定的训练次数为 1 000 次。这样一个用于

结构面分组的 SOFM 神经网络模型就搭建起来了。

下文以某工程为实例,利用 matlab 平台实现 SOFM 神经网络对结构面分组。

### 2 工程实例

本文选取恩施地区保扎甘子坪滑坡处的结构体为研究对象,对其结构面进行分类。该岩体的岩性为黄绿色薄至中厚层粉砂岩、细砂岩,砂质页岩、页岩互层。大部岩石为次坚硬岩,部分页岩为半坚硬岩,厚 200 ~ 900 m,为志留系下统罗惹坪组岩层。在该结构体处,利用测线统计法获得结构面样本 120 组,具体数据见表 1。

表 1 结构面样本统计数据 (°)

$\alpha$	$\beta$														
246	74	90	58	225	75	347	60	128	8	335	79	78	81	80	68
248	77	51	73	222	86	350	85	107	14	350	62	88	83	90	50
247	81	6	83	300	80	292	71	130	15	346	64	118	83	95	58
240	89	9	86	297	80	288	60	119	19	325	61	120	81	24	62
120	78	4	72	293	83	282	69	129	14	358	57	118	79	8	69
118	76	13	62	304	78	280	69	140	14	355	59	110	85	5	80
120	83	7	65	285	75	285	64	8	73	353	61	35	90	5	74
114	81	4	59	253	74	276	70	0	75	336	60	110	85	3	75
147	75	4	65	243	75	280	65	7	75	348	60	125	82	0	70
82	71	5	58	264	73	293	63	55	59	337	62	111	86	54	66
105	78	5	59	246	80	278	66	3	75	342	59	105	88	72	70
220	70	293	67	176	65	287	64	295	84	255	53	235	85	246	54
236	78	222	59	202	81	282	51	190	85	302	61	246	89	297	69
240	75	287	65	296	79	307	73	238	75						

注:  $\alpha$  为倾向,  $\beta$  为倾角。

利用 SOFM 网络对结构面进行结构面分组所得成果见图 1,2。

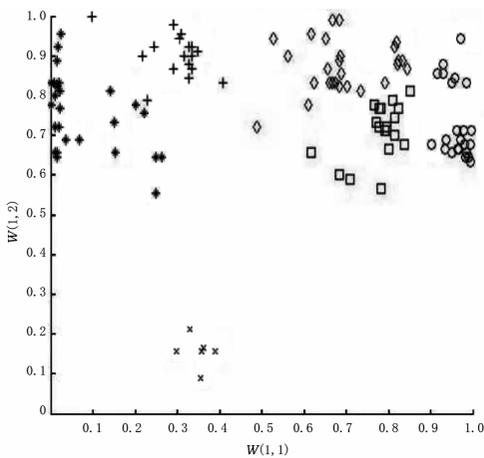


图 1 SOFM 神经网络结构面分组矢量

在图 1 中相同的符号代表自动分成的一组,由图 2 可见,SOFM 神经网络自动将输入的结构面分成了 6 组,结合分组图和矢量图,将位置靠近的两组结构面组合,最终得到分组成果,见表 2。

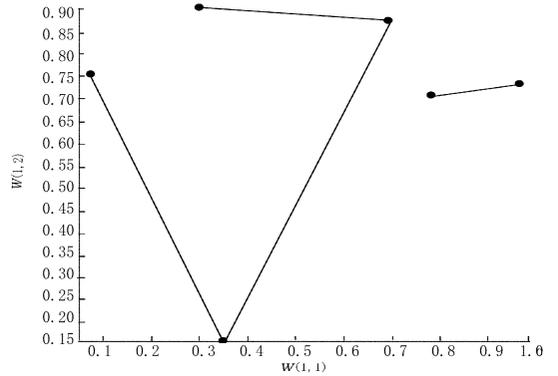


图 2 SOFM 神经网络结构面分组矢量权重

表 2 分组成果 (°)

第一组结构面		第二组结构面				第三组结构面			
$\alpha$	$\beta$								
335	77	347	60	225	75	246	74	128	8
345	76	350	85	222	86	248	77	107	14
342	75	292	71	300	80	247	81	130	15
355	75	288	60	297	80	240	89	119	19
330	77	282	69	293	83	120	78	129	14
354	58	280	69	304	78	118	76	140	14
356	58	285	64	285	75	120	83	8	73
359	64	276	70	253	74	114	81	0	75
359	64	280	65	243	75	147	75	7	75
358	61	293	63	264	73	82	71	55	59
352	64	278	66	246	80	105	78	3	75
335	79	287	64	176	65	78	81	80	68
350	62	293	67	220	70	88	83	90	50
346	64	255	53	295	84	118	83	95	58
325	61	246	54	235	85	120	81	24	62
358	57	222	59	236	78	118	79	8	69
355	59	282	51	202	81	110	85	5	80
353	61	302	61	190	85	35	90	5	74
336	60	297	69	246	89	110	85	3	75
348	60	287	65	240	75	125	82	0	70
337	62	307	73	296	79	111	86	54	66
342	59			238	75	105	88	72	70

### 3 结论及展望

神经网络是一种新兴的人工智能方法,本文将 SOFM 神经网络运用到结构面分组中,其结果实现了一部分智能分组的初衷,但最后还是需要人工进行判断,这说明运用神经网络进行分组还有待完善。在分组的结果中,对于高倾角的自动分组,效果不是很好,需要进一步改善网络结构或者在数据处理时进行剔除。总之,本文探讨了神经网络在岩体结构面分组中的一些应用,期待与同行交流探讨,促进研究方法的进一步创新。

(编辑:赵凤超)