《人工神经网络》实验指导书

(2011.9)

根据课程教学大纲和实验大纲要求，《人工神经网络》共开设 8 学时上机实验课。任课教师可根据不同专业学生的情况，从本指导书列出的题目中选做。

第一部分 感知器与 BP 网络类实验

实验一：熟悉神经网络软件 NeuDesk 的使用与分类器的设计

1. 实验目的

(1)熟悉 NeuDesk 环境及使用方法

(2)熟悉设计多层感知器的基本方法

(3)利用多层感知器进行非线性可分模式的分类

2. 实验内容

(1)设计 BP 神经网络解决异或问题

(2)x∈[0,1] ， y=x1/2，试设计 BP 神经网络实现该函数。

训练集取{0.1、0.3、0.5、0.7、0.9、1}

测试集取：{0.2、0.4、0.6、0.8}

(3)用 BP 学习规则训练一分类器，算法中 η=1，α=0。写出训练后的权值和阈值。训练样本如下：

1 类：$X2=(0.8, 0.5, 0.0)^T$，$X3=(0.9, 0.7, 0.3)^T$，$X4=(1.0, 0.8, 0.5)^T$

2 类：$X4=(0.0, 0.2, 0.3)^T$，$X5=(0.2, 0.1, 1.3)^T$，$X6=(0.2, 0.7, 0.8)^T$

实验二：掌握多输入单输出函数逼近器的设计

1. 实验目的

(1) 掌握 NeuDesk 环境及使用方法

(2) 掌握设计多层感知器的基本方法

(3) 利用多层感知器进行非线性系统(函数)拟合

2. 实验内容

设计催化剂配方的单指标神经网络模型，将神经网络模型的输出填入以下各表，

与回归方程模型输出结果对比。表中，下标 1 表示实测结果,下标 2 表示神经网络输出结果，下标表示回归方程计算结果。

表 1 催化剂配方 $TR\%$ 指标的神经网络模型与回归方程模型输出结果对比

No	A/Cu	Zn/Cu	B/Cu	C/Cu	Mn/Cu	$TR_1\%$	$TR_2\%$	$TR_3\%$
1	0.0500	0.130	0.080	0.140	0.040	94.50		83.83
2	0.0650	0.070	0.120	0.160	0.020	88.05		92.43
3	0.0800	0.190	0.080	0.060	0.000	60.25		82.03
4	0.0950	0.110	0.060	0.160	0.040	93.05		94.31
5	0.1100	0.050	0.020	0.060	0.020	94.65		85.79
6	0.1250	0.170	0.000	0.140	0.000	96.05		97.08
7	0.1400	0.090	0.160	0.040	0.040	61.00		65.39
8	0.155	0.030	0.120	0.140	0.020	70.40		80.44
9	0.1700	0.150	0.100	0.040	0.000	83.30		70.22
10	0.0500	0.070	0.060	0.120	0.050	84.50		70.22
11	0.0650	0.190	0.040	0.020	0.030	69.50		80.77
12	0.0800	0.130	0.000	0.120	0.010	94.55		94.75
13	0.095	0.050	0.160	0.020	0.050	70.95		92.88
14	0.110	0.170	0.140	0.100	0.030	87.20		78.64
15	0.125	0.110	0.100	0.000	0.010	64.20		69.59
16	0.140	0.030	0.080	0.100	0.050	86.15		82.40
17	0.155	0.150	0.040	0.000	0.030	77.15		75.23
18	0.170	0.090	0.020	0.080	0.010	96.05		87.05

表 2 催化剂配方 $Y_{OH}\%$ 指标的神经网络模型与回归方程模型输出结果对比

No	A/Cu	Zn/Cu	B/Cu	C/Cu	Mn/Cu	$Y_{OH1}\%$	$Y_{OH2}\%$	$Y_{OH3}\%$
1	0.0500	0.130	0.080	0.140	0.040	96.30		95.98
2	0.0650	0.070	0.120	0.160	0.020	75.50		76.50
3	0.0800	0.190	0.080	0.060	0.000	40.21		44.87
4	0.0950	0.110	0.060	0.160	0.040	97.31		105.11
5	0.1100	0.050	0.020	0.060	0.020	88.55		77.89
6	0.1250	0.170	0.000	0.140	0.000	95.50		105.43
7	0.1400	0.090	0.160	0.040	0.040	59.72		54.76
8	0.155	0.030	0.120	0.140	0.020	37.50		46.36
9	0.1700	0.150	0.100	0.040	0.000	82.85		59.50
10	0.0500	0.070	0.060	0.120	0.050	90.90		91.51
11	0.0650	0.190	0.040	0.020	0.030	61.80		55.22
12	0.0800	0.130	0.000	0.120	0.010	97.60		92.44
13	0.095	0.050	0.160	0.020	0.050	62.54		52.50
14	0.110	0.170	0.140	0.100	0.030	91.00		76.92
15	0.125	0.110	0.100	0.000	0.010	58.30		54.02
16	0.140	0.030	0.080	0.100	0.050	75.65		29.93
17	0.155	0.150	0.040	0.000	0.030	71.90		83.94
18	0.170	0.090	0.020	0.080	0.010	94.60		94.61

表 3 催化剂配方 S_{OH}% 指标的神经网络模型与回归方程模型输出结果对比

No	A/Cu	Zn/Cu	B/Cu	C/Cu	Mn/Cu	S_{OH1}%	S_{OH2}%	S_{OH3}%
1	0.0500	0.130	0.080	0.140	0.040	97.80		102.83
2	0.0650	0.070	0.120	0.160	0.020	86.5		79.65
3	0.0800	0.190	0.080	0.060	0.000	96.25		81.92
4	0.0950	0.110	0.060	0.160	0.040	99.30		103.08
5	0.1100	0.050	0.020	0.060	0.020	95.20		87.12
6	0.1250	0.170	0.000	0.140	0.000	99.50		104.71
7	0.1400	0.090	0.160	0.040	0.040	67.35		73.52
8	0.155	0.030	0.120	0.140	0.020	52.25		71.45
9	0.1700	0.150	0.100	0.040	0.000	99.20		74.30
10	0.0500	0.070	0.060	0.120	0.050	95.90		92.75
11	0.0650	0.190	0.040	0.020	0.030	88.20		98.44
12	0.0800	0.130	0.000	0.120	0.010	103.40		101.65
13	0.095	0.050	0.160	0.020	0.050	60.10		68.12
14	0.110	0.170	0.140	0.100	0.030	103.60		92.22
15	0.125	0.110	0.100	0.000	0.010	58.90		72.50
16	0.140	0.030	0.080	0.100	0.050	86.50		79.28
17	0.155	0.150	0.040	0.000	0.030	91.80		94.23
18	0.170	0.090	0.020	0.080	0.010	98.00		90.35

实验三：多输入多输出系统建模

1. 实验目的

利用多层感知器进行多输入多输出复杂非线性系统/函数拟合。

2. 实验内容

设计催化剂配方的 3 指标神经网络模型，将神经网络模型的输出填入下表。

表 4 催化剂配方的神经网络模型输出结果

No	A/Cu	Zn/Cu	B/Cu	C/Cu	Mn/Cu	TR_1%	TR_2%	Y_{OH1}%	Y_{OH2}%	S_{OH1}%	S_{OH2}%
1	0.0500	0.130	0.080	0.140	0.040	94.50		96.30		97.80	
2	0.0650	0.070	0.120	0.160	0.020	88.05		75.50		86.5	
3	0.0800	0.190	0.080	0.060	0.000	60.25		40.21		96.25	
4	0.0950	0.110	0.060	0.160	0.040	93.05		97.31		99.30	
5	0.1100	0.050	0.020	0.060	0.020	94.65		88.55		95.20	
6	0.1250	0.170	0.000	0.140	0.000	96.05		95.50		99.50	
7	0.1400	0.090	0.160	0.040	0.040	61.00		59.72		67.35	
8	0.155	0.030	0.120	0.140	0.020	70.40		37.50		52.25	
9	0.1700	0.150	0.100	0.040	0.000	83.30		82.85		99.20	
10	0.0500	0.070	0.060	0.120	0.050	84.50		90.90		95.90	
11	0.0650	0.190	0.040	0.020	0.030	69.50		61.80		88.20	
12	0.0800	0.130	0.000	0.120	0.010	94.55		97.60		103.40	
13	0.095	0.050	0.160	0.020	0.050	70.95		62.54		60.10	
14	0.110	0.170	0.140	0.100	0.030	87.20		91.00		103.60	
15	0.125	0.110	0.100	0.000	0.010	64.20		58.30		58.90	
16	0.140	0.030	0.080	0.100	0.050	86.15		75.65		86.50	
17	0.155	0.150	0.040	0.000	0.030	77.15		71.90		91.80	
18	0.170	0.090	0.020	0.080	0.010	96.05		94.60		98.00	

实验四：神经网络建模及泛化能力测试

1.实验目的

理解和掌握训练集与测试集的构成原则，理解网络模型的泛化能力是衡量模型性能的重要指标。

2.实验内容

澳大利亚野兔眼睛晶状体的重量为年龄的函数。利用 BP 算法，设计一个多层感知器为表中的数据集提供一个非线性逼近，并测试其泛化能力。

表 5 澳大利亚野兔眼睛晶状体重量与年龄的对应关系

年龄(天)	重量(mg)	年龄(天)	重量(mg)	年龄(天)	重量(mg)	年龄(天)	重量(mg)
15	21.66	75	94.6	218	174.18	338	203.23
15	22.75	82	92.5	218	173.03	347	188.38
15	22.3	85	105	219	173.54	354	189.7
18	31.25	91	101.7	224	178.86	357	195.31
28	44.79	91	102.9	225	177.68	375	202.63
29	40.55	97	110	227	173.73	394	224.82
37	50.25	98	104.3	232	159.98	513	203.3
37	46.88	125	134.9	232	161.29	535	209.7
44	52.03	142	130.68	237	187.07	554	233.9
50	63.47	142	140.58	246	176.13	591	234.7
50	61.13	147	155.3	258	183.4	648	244.3
60	81	147	152.2	276	186.26	660	231
61	73.09	150	144.5	285	189.66	705	242.4
64	79.09	159	142.15	300	186.09	723	230.77
65	79.51	165	139.81	301	186.7	756	242.57
65	65.31	183	153.22	305	186.8	768	232.12
72	71.9	192	145.72	312	195.1	860	246.7
75	86.1	195	161.1	317	216.41		

第二部分 SOM 网络实验

实验一：SOM 网的保序映射功能

1. 实验目的

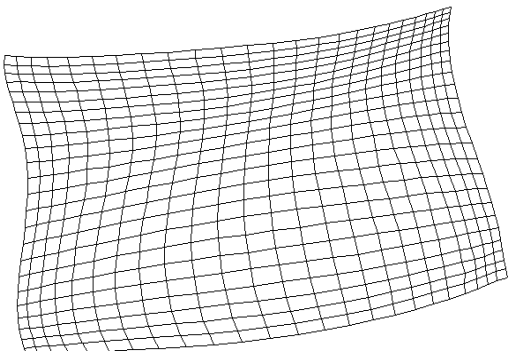
(1) 理解 SOM 神经网络的保序映射功能

(2) 掌握 SOM 神经网络各个设计参数的作用

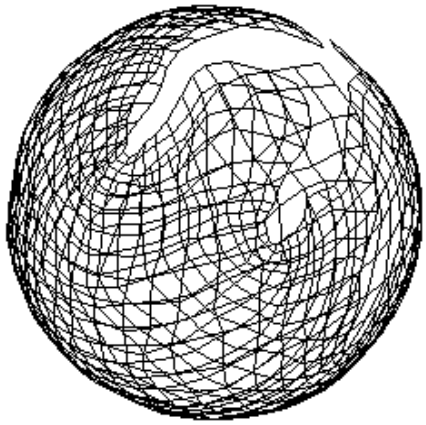
2. 实验内容

SOM 神经网络的输入空间为 2 维平面，输出节点按平面排列。对下述内容，利用教师提供的软件，调整表中的网络设计参数，观察输出平面的变化。

(1)输入样本为平面上 1×1 正方形内呈均匀分布的随机数。



(2)输入样本为平面上直径为 1 的球体内呈非均匀分布的随机数。



(3)输入样本为平面上扭曲矩形内非均匀分布的随机数。

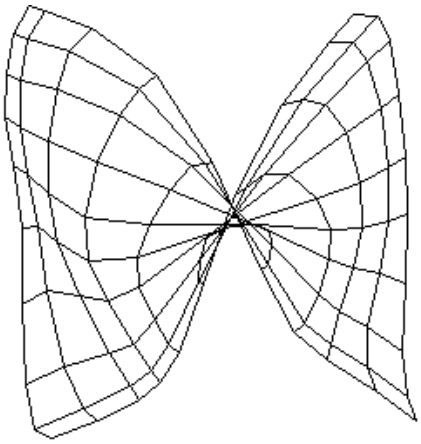


表 6 网络参数设计

网络设计参数	默认参数值	调整参数值 1	调整参数值 2
权值初始值取值范围	0.5		
学习率初始值	0.6		
学习率衰减指数	-0.1		
初始邻域半径	2.5		
邻域半径衰减指数	-0.1		
输出平面宽度(节点数)	10		
输出平面高度(节点数)	10		
邻域类型	高斯函数		

3. 实验结果分析要求内容

(1) 分析权值初始值取值范围对训练的影响

(2) 分析学习率初始值及学习率衰减指数对训练的影响

(3) 分析初始邻域半径及邻域半径衰减指数对训练的影响

(4) 分析输出平面节点数对映射效果的影响

实验二：SOM 网的特征抽取功能

1.实验目的

理解 SOM 网络的特征抽取与保序映射功能。

2.实验内容

使用高级语言编程设计一个 SOM 网络，实现 Kohonen 的动物属性特征抽取与映射。训练集中共有 16 种动物，每种动物用一个 29 维向量来表示，其中前 16 个分量构成符号向量，对不同的动物进行“16 取 1”编码；后 13 个分量构成属性向量，描述动物的 13 种属性，用 1 或 0 表示某动物该属性的有或无。表 7 中的各列给出 16 种动物的属性列向量。

表 7 16 种动物的属性向量

动物 / 属性	鸽子	母鸡	鸭	鹅	猫头鹰	隼	鹰	狐狸	狗	狼	猫	虎	狮	马	斑马	牛
小	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
中	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
大	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
2 只腿	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 只腿	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
毛	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
蹄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
鬃毛	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
羽毛	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
猎	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0
跑	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0
飞	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
泳	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3.与 Kohonen 的动物属性特征实验结果进行对比。

实验三：SOM 网的数据压缩功能

1.实验目的

理解 SOM 网的特征抽取与数据压缩功能。

2.实验内容

使用高级语言编程设计一个 SOM 网络，实现 26 个英文字母和 6 个数字(1-6)的字符排序。每个字符对应于一个 5 维向量，各字符与相应向量的 5 个分量的对应关系见表 8。

表 8 字符与对应向量

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	1	2	3	4	5	6
x_0	1	2	3	4	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
x_1	0	0	0	0	0	1	2	3	4	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
x_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	3	3	3	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
x_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	4	1	2	3	4	2	2	2	2	2	2
x_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	4	5	6

注：SOM 网络输出阵列为由 70 个神经元组成的二维平面阵。

3.将实验结果与下面的字符相似关系树形结构图进行对比。

