Redes Neurais Artificiais

(Prof. Ivan Nunes da Silva)

EPC-10

No processo industrial de fabricação de pneus sabe-se que o composto que forma a borracha pode apresentar imperfeições que impedem a sua utilização. Diversas amostras dessas imperfeições foram coletadas, sendo também realizadas as medidas referentes a três grandezas {*x*1, *x*2, *x*3} que participam do processo de fabricação das respectivas borrachas. Entretanto, a equipe de engenheiros e cientistas não tem sentimento de como essas variáveis podem estar relacionadas.

Assim, pretende-se aplicar uma Rede de Kohonen (SOM), conforme mostrado na figura abaixo, com o objetivo de detectar as eventuais similaridades e correlações entre essas variáveis, pois se tem como objetivo final o posterior agrupamento das amostras imperfeitas em classes.



Portanto, baseado nos dados fornecidos no apêndice, treine a rede de Kohonen, considerando N1=16 e taxa de aprendizado η=0.001, sendo que o grid topológico é bidimensional (4x4), tendo raio de vizinhança entre os neurônios igual a 1. Logo, o diagrama esquemático do grid está como se segue:

1

1

1

3

1

4

1

2

1

5

1

8

12

1

11

1

6

1

9

14

15

16

10

1

7

13

De posse dos resultados advindos do treinamento da rede, efetuou-se uma análise neste conjunto e verificou-se que as amostras 1-20, 21-60 e 61-120 possuem particularidades em comum, podendo ser então consideradas três classes distintas, denominadas de classe A, B e C, respectivamente. Portanto, têm-se as seguintes questões:

1. Indique quem são os conjuntos de neurônios representados no grid que fornecem respostas relativas às classes A, B e C.
2. Para as amostras da tabela abaixo indique a que classes as mesmas pertencem.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Amostra | *x*1 | *x*2 | *x3* | *Classe* |
| 1 | 0.2471 | 0.1778 | 0.2905 |  |
| 2 | 0.8240 | 0.2223 | 0.7041 |  |
| 3 | 0.4960 | 0.7231 | 0.5866 |  |
| 4 | 0.2923 | 0.2041 | 0.2234 |  |
| 5 | 0.8118 | 0.2668 | 0.7484 |  |
| 6 | 0.4837 | 0.8200 | 0.4792 |  |
| 7 | 0.3248 | 0.2629 | 0.2375 |  |
| 8 | 0.7209 | 0.2116 | 0.7821 |  |
| 9 | 0.5259 | 0.6522 | 0.5957 |  |
| 10 | 0.2075 | 0.1669 | 0.1745 |  |
| 11 | 0.7830 | 0.3171 | 0.7888 |  |
| 12 | 0.5393 | 0.7510 | 0.5682 |  |

3. Demonstrar que a regra de alteração de pesos “Norma Euclidiana” para um padrão ***x*** é obtida a partir da minimização da função erro quadrático:



onde *j* é o índice do neurônio vencedor.

###### Apêndice

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Amostra | *x*1 | *x*2 | *x*3 | Amostra | *x*1 | *x*2 | *x*3 |
| **1** | 0.2417 | 0.2857 | 0.2397 | **61** | 0.4856 | 0.6600 | 0.4798 |
| **2** | 0.2268 | 0.2874 | 0.2153 | **62** | 0.4114 | 0.7220 | 0.5106 |
| **3** | 0.1975 | 0.3315 | 0.1965 | **63** | 0.5671 | 0.7935 | 0.5929 |
| **4** | 0.3414 | 0.3166 | 0.1074 | **64** | 0.4875 | 0.7928 | 0.5532 |
| **5** | 0.2587 | 0.1918 | 0.2634 | **65** | 0.5172 | 0.7147 | 0.5774 |
| **6** | 0.2455 | 0.2075 | 0.1344 | **66** | 0.5483 | 0.6773 | 0.4842 |
| **7** | 0.3163 | 0.1679 | 0.1725 | **67** | 0.5740 | 0.6682 | 0.5335 |
| **8** | 0.2704 | 0.2605 | 0.1411 | **68** | 0.4587 | 0.6981 | 0.5900 |
| **9** | 0.1871 | 0.2965 | 0.1231 | **69** | 0.5794 | 0.7410 | 0.4759 |
| **10** | 0.3474 | 0.2715 | 0.1958 | **70** | 0.4712 | 0.6734 | 0.5677 |
| **11** | 0.2059 | 0.2928 | 0.2839 | **71** | 0.5126 | 0.8141 | 0.5224 |
| **12** | 0.2442 | 0.2272 | 0.2384 | **72** | 0.5557 | 0.7749 | 0.4342 |
| **13** | 0.2126 | 0.3437 | 0.1128 | **73** | 0.4916 | 0.8267 | 0.4586 |
| **14** | 0.2562 | 0.2542 | 0.1599 | **74** | 0.4629 | 0.8129 | 0.4950 |
| **15** | 0.1640 | 0.2289 | 0.2627 | **75** | 0.5850 | 0.7358 | 0.5107 |
| **16** | 0.2795 | 0.1880 | 0.1627 | **76** | 0.4435 | 0.7030 | 0.4594 |
| **17** | 0.3463 | 0.1513 | 0.2281 | **77** | 0.4155 | 0.7516 | 0.5524 |
| **18** | 0.3430 | 0.1508 | 0.1881 | **78** | 0.4887 | 0.7027 | 0.5886 |
| **19** | 0.1981 | 0.2821 | 0.1294 | **79** | 0.5462 | 0.7378 | 0.5107 |
| **20** | 0.2322 | 0.3025 | 0.2191 | **80** | 0.5251 | 0.8124 | 0.5686 |
| **21** | 0.7352 | 0.2722 | 0.6962 | **81** | 0.4635 | 0.7339 | 0.5638 |
| **22** | 0.7191 | 0.1825 | 0.7470 | **82** | 0.5907 | 0.7144 | 0.4718 |
| **23** | 0.6921 | 0.1537 | 0.8172 | **83** | 0.4982 | 0.8335 | 0.4597 |
| **24** | 0.6833 | 0.2048 | 0.8490 | **84** | 0.5242 | 0.7325 | 0.4079 |
| **25** | 0.8012 | 0.2684 | 0.7673 | **85** | 0.4075 | 0.8372 | 0.4271 |
| **26** | 0.7860 | 0.1734 | 0.7198 | **86** | 0.5934 | 0.8284 | 0.5107 |
| **27** | 0.7205 | 0.1542 | 0.7295 | **87** | 0.5463 | 0.6766 | 0.5639 |
| **28** | 0.6549 | 0.3288 | 0.8153 | **88** | 0.4403 | 0.8495 | 0.4806 |
| **29** | 0.6968 | 0.3173 | 0.7389 | **89** | 0.4531 | 0.7760 | 0.5276 |
| **30** | 0.7448 | 0.2095 | 0.6847 | **90** | 0.5109 | 0.7387 | 0.5373 |
| **31** | 0.6746 | 0.3277 | 0.6725 | **91** | 0.5383 | 0.7780 | 0.4955 |
| **32** | 0.7897 | 0.2801 | 0.7679 | **92** | 0.5679 | 0.7156 | 0.5022 |
| **33** | 0.8399 | 0.3067 | 0.7003 | **93** | 0.5762 | 0.7781 | 0.5908 |
| **34** | 0.8065 | 0.3206 | 0.7205 | **94** | 0.5997 | 0.7504 | 0.5678 |
| **35** | 0.8357 | 0.3220 | 0.7879 | **95** | 0.4138 | 0.6975 | 0.5148 |
| **36** | 0.7438 | 0.3230 | 0.8384 | **96** | 0.5490 | 0.6674 | 0.4472 |
| **37** | 0.8172 | 0.3319 | 0.7628 | **97** | 0.4719 | 0.7527 | 0.4401 |
| **38** | 0.8248 | 0.2614 | 0.8405 | **98** | 0.4458 | 0.8063 | 0.4253 |
| **39** | 0.6979 | 0.2142 | 0.7309 | **99** | 0.4983 | 0.8131 | 0.5625 |
| **40** | 0.6804 | 0.3181 | 0.7017 | **100** | 0.5742 | 0.6789 | 0.5997 |
| **41** | 0.6973 | 0.3194 | 0.7522 | **101** | 0.5289 | 0.7354 | 0.4718 |
| **42** | 0.7910 | 0.2239 | 0.7018 | **102** | 0.5927 | 0.7738 | 0.5390 |
| **43** | 0.7052 | 0.2148 | 0.6866 | **103** | 0.5199 | 0.7131 | 0.4028 |
| **44** | 0.8088 | 0.1908 | 0.7563 | **104** | 0.5716 | 0.6558 | 0.4451 |
| **45** | 0.7640 | 0.1676 | 0.6994 | **105** | 0.5075 | 0.7045 | 0.4233 |
| **46** | 0.7616 | 0.2881 | 0.8087 | **106** | 0.4886 | 0.7004 | 0.4608 |
| **47** | 0.8188 | 0.2461 | 0.7273 | **107** | 0.5527 | 0.8243 | 0.5772 |
| **48** | 0.7920 | 0.3178 | 0.7497 | **108** | 0.4816 | 0.6969 | 0.4678 |
| **49** | 0.7802 | 0.1871 | 0.8102 | **109** | 0.5809 | 0.6557 | 0.4266 |
| **50** | 0.7332 | 0.2543 | 0.8194 | **110** | 0.5881 | 0.7565 | 0.4003 |
| **51** | 0.6921 | 0.1529 | 0.7759 | **111** | 0.5334 | 0.8446 | 0.4934 |
| **52** | 0.6833 | 0.2197 | 0.6943 | **112** | 0.4603 | 0.7992 | 0.4816 |
| **53** | 0.7860 | 0.1745 | 0.7639 | **113** | 0.5491 | 0.6504 | 0.4063 |
| **54** | 0.8009 | 0.3082 | 0.8491 | **114** | 0.4288 | 0.8455 | 0.5047 |
| **55** | 0.7793 | 0.1935 | 0.6738 | **115** | 0.5636 | 0.7884 | 0.5417 |
| **56** | 0.7373 | 0.2698 | 0.7864 | **116** | 0.5349 | 0.6736 | 0.4541 |
| **57** | 0.7048 | 0.2380 | 0.7825 | **117** | 0.5569 | 0.8393 | 0.5652 |
| **58** | 0.8393 | 0.2857 | 0.7733 | **118** | 0.4729 | 0.7702 | 0.5325 |
| **59** | 0.6878 | 0.2126 | 0.6961 | **119** | 0.5472 | 0.8454 | 0.5449 |
| **60** | 0.6651 | 0.3492 | 0.6737 | **120** | 0.5805 | 0.7349 | 0.4464 |