



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Inteligência Computacional
Av. João Naves de Ávila 2121, Campus Santa Mônica



Redes Neurais aplicadas ao reconhecimento de matrizes

Sumário

1	Introdução	2
2	Especificação	2
2.1	Representação das matrizes	2
2.2	Representação dos pesos	2
3	Exercícios	2
3.1	Exercício 1	2
3.1.1	Vetor de Pesos	3
3.1.2	Número de épocas para se aprender um padrão	3
3.1.3	Saída da rede para entradas distorcidas de 0 e 1	3
3.1.4	Saída da rede para as entradas de números 2, 3, 4, 5	3
3.1.5	Vetor de Pesos	4
3.1.6	Número de épocas para se aprender um padrão	4
3.1.7	Saída da rede para entradas distorcidas de 0 e 1	4
3.1.8	Saída da rede para as entradas de números 2, 3, 4, 5	4
3.2	Exercício 2	5
3.2.1	Vetores de Peso	5
3.2.2	Número de épocas para se aprender um padrão	5
3.2.3	Saída da rede para entradas distorcidas de 0 e 1	5
3.2.4	Saída da rede para as entradas de números 2, 3, 4, 5	5
3.2.5	Vetor de Pesos	6
3.2.6	Número de épocas para se aprender um padrão	6
3.2.7	Saída da rede para entradas distorcidas de 0 e 1	6
3.2.8	Saída da rede para as entradas de números 2, 3, 4, 5	6
3.3	Exercício 3	6
3.3.1	Vetor de Pesos	7
3.3.2	Número de épocas para se aprender um padrão	7
3.3.3	Saída da rede para entradas distorcidas de 0 e 1	7
3.3.4	Saída da rede para as entradas de letras C, E, H, N, T	8
3.3.5	Vetor de Pesos	8
3.3.6	Número de épocas para se aprender um padrão	9
3.3.7	Saída da rede para entradas distorcidas de 0 e 1	9
3.3.8	Saída da rede para as entradas de letras C, E, H, N, T	9

1 Introdução

O relatório informa as resoluções dos exercícios pedidos no trabalho de redes neurais, bem como as abordagens utilizadas para chegar às respostas desejadas.

2 Especificação

2.1 Representação das matrizes

As matrizes estão representadas em arquivos de 0 ou 1. São seis linhas e cinco colunas em um *.txt*.

0	0	1	0	0
0	1	1	0	0
0	0	1	0	0
0	0	1	0	0
0	0	1	0	0
1	1	1	1	1

2.2 Representação dos pesos

Os pesos serão representados na forma de matriz sendo que o primeiro peso estará deslocado, possuindo uma linha somente para ele. Esse peso é referente ao bias.

3 Exercícios

Seguem as respostas para os exercícios 1, 2 e 3 referentes ao trabalho.

3.1 Exercício 1

Com o vetor de pesos zerado inicialmente

3 EXERCÍCIOS

```
Tiles Weight
0.0
0.0 -1.0 0.0 -1.0 0.0
-1.0 1.0 1.0 0.0 -1.0
-1.0 0.0 1.0 0.0 -1.0
-1.0 0.0 1.0 0.0 -1.0
-1.0 0.0 1.0 0.0 -1.0
-1.0 0.0 1.0 0.0 -1.0
1.0 0.0 0.0 0.0 1.0
```

3.1.1 Vetor de Pesos

3.1.2 Número de épocas para se aprender um padrão

Foram necessárias três épocas para atingir o vetor de pesos acima.

3.1.3 Saída da rede para entradas distorcidas de 0 e 1

Para as entradas distorcidas. Obteve-se 100% de eficácia.

Em virtude de testar a rede neural com exemplos mais drásticos, foi inserida uma matriz de 1 tendo como resultado esperado o 0. A rede neural errou dizendo que o valor correto era 1. Segue o exemplo:

```
Got wrong matrix:
0 0 1 0 0
0 1 1 0 0
0 0 1 0 0
0 0 1 0 0
0 0 1 0 0
1 1 1 1 1

for result 1
Should be 0.0
```

3.1.4 Saída da rede para as entradas de números 2, 3, 4, 5

A rede neural respondeu que a matriz de número 2 correspondia ao número 1 e as demais matrizes (3, 4, 5) correspondiam ao número 0.

Com o vetor de pesos aleatório entre valores de -1 a 1

3 EXERCÍCIOS

3.1.5 Vetor de Pesos

```
Tiles Weight
0.7885657703457507
0.27806848439188614 -1.6478099364691616 0.8879544119838685 -1.040646723739954 -0.11133081677283374
-0.26836349502025514 1.2545537014359074 1.1692280579927525 0.03941680981097129 -1.4574035299602481
-0.786958889609437 0.05124987747953358 1.2192176422595122 0.7951956187533864 -1.181462702726195
-1.4404731558064274 -0.6492633566736021 1.6502087631362137 -0.11665523524508292 -1.3412347929039712
-0.6845344505774471 0.6005575675005848 1.543776336140414 0.7973522031707674 -0.40550711720016475
0.9977736864191682 0.1586583513929558 0.29318335930900785 -0.6265752003057481 0.5418954890648795
```

3.1.6 Número de épocas para se aprender um padrão

Foram necessárias, em média, duas épocas para atingir o vetor de pesos acima.

3.1.7 Saída da rede para entradas distorcidas de 0 e 1

Para as entradas distorcidas. Obteve-se 95% de eficácia. A rede neural errou a seguinte entrada.

```
Got wrong matrix:
0 0 1 0 0
1 0 1 0 1
1 0 1 0 1
0 0 1 0 1
1 0 1 0 0
0 1 0 1 0

for result 1
Should be 0.0
```

Interpreta-se como admissível o erro dado à proximidade que a matriz possui com o 1.

O exemplo de mandar uma matriz 1 como sendo 0 obteve o mesmo resultado neste esquema de peso.

3.1.8 Saída da rede para as entradas de números 2, 3, 4, 5

A rede neural respondeu que a matriz de número 2 correspondia ao número 1 e as demais matrizes (3, 4, 5) correspondiam ao número 0.

3 EXERCÍCIOS

3.2 Exercício 2

A rede entende a saída (1,0) como sendo correspondente ao número 1 e a saída (0,1) correspondente ao 0. As demais saídas representam que a rede não foi capaz de dizer se a matriz era 1 ou 0.

Com o vetor de pesos zerado inicialmente

3.2.1 Vetores de Peso

Tiles Weight	Tiles Weight
0.0	0.0
0.0 -1.0 0.0 -1.0 0.0	0.0 1.0 0.0 1.0 0.0
-1.0 1.0 1.0 0.0 -1.0	1.0 -1.0 -1.0 0.0 1.0
-1.0 0.0 1.0 0.0 -1.0	1.0 0.0 -1.0 0.0 1.0
-1.0 0.0 1.0 0.0 -1.0	1.0 0.0 -1.0 0.0 1.0
-1.0 0.0 1.0 0.0 -1.0	1.0 0.0 -1.0 0.0 1.0
1.0 0.0 0.0 0.0 1.0	-1.0 0.0 0.0 0.0 -1.0

3.2.2 Número de épocas para se aprender um padrão

Foram necessárias 2 épocas para um neurônio e 3 para o outro.

3.2.3 Saída da rede para entradas distorcidas de 0 e 1

Para as entradas distorcidas. Obteve-se 100% de eficácia. O exemplo de mandar uma matriz 1 como sendo 0 obteve o mesmo resultado neste esquema de peso.

3.2.4 Saída da rede para as entradas de números 2, 3, 4, 5

A rede neural respondeu que a matriz de número 2 correspondia ao número 1 e as demais matrizes (3, 4, 5) correspondiam ao número 0.

3 EXERCÍCIOS

Com o vetor de pesos aleatório entre valores de -1 a 1

3.2.5 Vetor de Pesos

```
Tiles Weight
0.42713324727677104
0.962409455289507 -1.2167778758581227 0.9697502563517133 -1.2596618769022034 0.353170538509354
-0.7793845072698451 1.495406121537756 0.5643381726408949 -0.542469435665009 -0.7642996013284602
-1.407168325386408 0.7847269254159395 0.012817097959237023 0.4198753377928144 -0.2903717603148568
-1.4030005767541258 0.46745861071173245 0.9917848989314011 -0.08438897325966899 -0.37231578176071434
-1.826080273450941 0.3442264370143753 1.784984958269372 -0.6929351004232696 -1.9341547165319768
1.008204197265068 0.9744296161095289 0.8407191053419214 -0.8152911056571148 1.5463973950182341
```

```
Tiles Weight
0.6070731575672859
0.6813322413306822 1.2575778810614704 0.4827397292716311 0.7589610259168991 0.7845327457554965
0.6336036199135697 -1.1674175990432072 -0.664483161996622 -0.2719076064958048 1.0894865696053977
0.0414941945231877 0.6832875906222782 -0.957269052570018 -0.8763776368366389 0.4473753302247705
0.17686289558262858 -0.15206855932968422 -0.8872636772720084 -0.32014586426244396 1.657887437664404
0.19548468435769006 -0.766909943593159 -1.949300144714443 -0.7396482411817977 0.8443102019277042
-0.2669154433356993 -0.5839302314376942 0.6739798845933973 -0.4362176081035649 -0.327444802098227
```

3.2.6 Número de épocas para se aprender um padrão

Em média, duas épocas para cada um dos dois neurônios.

3.2.7 Saída da rede para entradas distorcidas de 0 e 1

Obteve-se uma eficácia de 80%, sendo que a rede neural não errou nenhuma matriz. Ela respondeu que não sabia identificar o padrão. O exemplo de mandar uma matriz 1 como sendo 0 obteve o mesmo resultado neste esquema de peso.

3.2.8 Saída da rede para as entradas de números 2, 3, 4, 5

A rede neural respondeu que a matriz de número 2 correspondia ao número 1 e a matriz 3 à 0. Para as entradas 4 e 5, a rede neural não soube responder (a saída dos neurônios foram 1 e 1).

3.3 Exercício 3

Com o vetor de pesos zerado inicialmente

3 EXERCÍCIOS

3.3.1 Vetor de Pesos

```
Tiles Weight
-1.0
-1.0 1.0 0.0 0.0 -1.0
1.0 -1.0 -1.0 -1.0 1.0
1.0 -1.0 -2.0 -2.0 1.0
1.0 -1.0 -2.0 -1.0 1.0
2.0 0.0 -1.0 -1.0 1.0
-1.0 0.0 0.0 -1.0 -2.0
```

```
Tiles Weight
0.0
0.0 -1.0 0.0 -1.0 0.0
0.0 0.0 1.0 -1.0 0.0
0.0 0.0 1.0 -1.0 0.0
0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.0 -1.0 1.0 0.0 0.0
0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
```

```
Tiles Weight
-1.0
-1.0 0.0 0.0 -1.0 -2.0
-1.0 1.0 0.0 1.0 -1.0
-1.0 -2.0 -2.0 -1.0 -2.0
-1.0 -1.0 1.0 -1.0 -2.0
0.0 2.0 0.0 -1.0 -2.0
2.0 0.0 0.0 -1.0 0.0
```

```
Tiles Weight
-1.0
-1.0 0.0 0.0 -1.0 0.0
-1.0 -5.0 0.0 -1.0 5.0
-1.0 0.0 0.0 -1.0 0.0
-1.0 -1.0 -1.0 -1.0 0.0
0.0 0.0 0.0 -1.0 0.0
0.0 0.0 0.0 -1.0 0.0
```

```
Tiles Weight
0.0
1.0 -1.0 -1.0 0.0 -1.0
1.0 -1.0 0.0 1.0 0.0
1.0 -1.0 -1.0 0.0 -1.0
1.0 1.0 1.0 1.0 -1.0
0.0 0.0 0.0 1.0 -1.0
0.0 -1.0 -1.0 0.0 -1.0
```

```
Tiles Weight
-1.0
0.0 0.0 -1.0 0.0 2.0
-1.0 3.0 -1.0 -1.0 -4.0
-1.0 2.0 1.0 1.0 1.0
-1.0 0.0 -2.0 0.0 1.0
-1.0 -1.0 -1.0 0.0 1.0
-2.0 -1.0 -1.0 -1.0 0.0
```

3.3.2 Número de épocas para se aprender um padrão

As épocas necessárias para que os neurônios aprendessem o padrão são 3, 2, 3, 6, 2 e 6 respectivamente. Em torno de 3.6 épocas por neurônio.

3.3.3 Saída da rede para entradas distorcidas de 0 e 1

Percebe-se que as amostras alteram de forma significativa o desempenho da rede. Dadas as amostras de testes feitas pelo aluno, o desempenho da rede foi de 68%.

3 EXERCÍCIOS

3.3.4 Saída da rede para as entradas de letras C, E, H, N, T

Para as letras C e E, não foi encontrado um padrão (a rede respondeu 00000).

Para H foi respondido 000010, ou seja, 4.

Para N e T foi respondido 010000, ou seja, 1.

Com o vetor de pesos aleatório entre valores de -1 a 1

3.3.5 Vetor de Pesos

```
Tiles Weight
-1.7155810795876365
-0.8577499281261471 0.3401700378192012 0.9362342234702516 -1.0608066906414053 -0.5550297768139634
1.0312817224107556 -1.822030103584221 -0.016125947953267605 -1.407518693229505 0.02808781089914958
1.5798962084089383 -0.5636300809848245 -1.3494395830892956 -2.617640905945696 1.151130925741625
1.9744867519386946 -0.568392811029629 -2.390334779573795 -0.016731610361293336 0.228143586094826
2.1256092987509447 -0.9124855571448514 -0.8321207923829903 -1.2085532332456563 1.3531297553911088
-0.858234143844588 -0.039840864087825834 0.22201756130027284 -0.7519565708361937 -1.5860955671630363
```

```
Tiles Weight
0.2219520807052342
-0.5191242680328221 -0.7870557395674631 -0.18017312903058413 -0.238765389531838 0.8676956972349537
-0.7760829760149337 0.17923389573066473 0.5863845057796375 -0.4755088172727797 0.8301323899653521
0.4248504177588861 -0.8508211522292175 0.6908339411332536 -1.174703188221645 -0.8699962547385789
-0.6595825615827 0.7545702165606019 -0.8495103289562409 -0.7932088131971211 -0.19334608563364997
-0.7856045751950813 -1.9690478864909613 0.3228757533926978 0.5853409001373764 0.21757271712301107
0.8711399313788972 0.0932849090153518 0.12412535492309362 -0.14379399932860437 0.6974093004770066
```

```
Tiles Weight
-1.944421579901888
-0.07529889493071495 1.1199799786275586 -0.2464357176293117 0.2818827992240758 -0.44529231665113356
-1.3497542394397766 0.7781144903623758 -0.5162591367711447 1.5583911195693925 -1.6706040710892696
-0.5564814548800845 -1.015357204923003 -1.563465886588448 -0.1433669122158061 -1.3061533809414052
-0.31323391113628274 -0.549939069521107 -0.6395148980526317 -0.8787548760395207 -0.2951897527725935
-0.33559378086765657 1.5173018871655626 -1.3653154445241331 -0.5450506180905275 -1.1161678398267758
1.3808822884510246 -0.7094630919839093 -0.9819436904525076 -0.48200949082709 -0.3542957948168204
```

3 EXERCÍCIOS

```
Tiles Weight
-0.4089351449493106
-1.0786163819433314 -0.8161737824954969 0.0029878784934589397 -0.7672679579653023 1.4782911923467124
-2.9689490158170773 -7.161688854524737 -0.30706105281834173 -1.345819474911743 6.870837662199869
-1.340162265140851 0.6837393135235099 0.22852995291769695 0.09407680120172057 -0.12375098190499068
-2.0017991669879995 -1.0900002151839756 -1.767608291995812 -0.5859665993482159 -0.806476024006874
-0.27611788537835147 0.3874934730675963 0.8234696701832049 -1.0877827703518257 -0.18173821339672291
-0.47542547206486585 0.047126560660228245 -0.19254696174174968 -0.5866860481406342 0.2257486012930323
```

```
Tiles Weight
-1.3566394478994428
0.574394358224118 -2.0910351660334747 -1.3150843219473585 -0.3845464870292672 0.1948358108171726
-0.11909808861947013 -0.2207875321033499 0.5676683644523184 0.6868731825614087 -1.2613929998681506
0.30898274936771863 0.8703248881065762 -0.5417092456012638 0.7156041235518142 -0.13890742335507134
0.7348275828805608 0.23131578524742125 -0.4207569325133236 0.6802457218008136 -0.25962359434438187
-1.8974419107202998 -0.255681779653967 -0.16289121045944577 0.26265732128221964 -0.6218257871265145
-1.6395260802034273 -2.4603884794957196 -2.5357586058760555 -1.6379484833093503 -0.8018342231554754
```

```
Tiles Weight
-1.4327540287608391
-0.07427728167794201 -0.7290031988073435 -1.4455398283289047 0.49250461521963596 1.0607359093153423
-1.8089011333969471 1.1853168640981206 -1.5971590363467145 -0.9145365012109701 -1.325181505758564
-1.4004016740119496 1.8728619335468724 0.621161811952136 1.4089435462687367 1.862963973292408
-0.42164496000137164 0.11888049869954642 -2.2427771231641103 0.2635077574407192 0.6977754644511664
-0.30222476119429587 -0.2619621289491323 -0.3188425052543753 0.2365639482908315 0.32692009613039996
-1.5700600505923157 -1.7800837108247505 -1.1741303497977151 -1.7027852467566182 0.4786989029228321
```

3.3.6 Número de épocas para se aprender um padrão

As épocas necessárias para que os neurônios aprendessem o padrão são, na média 4, 2, 4, 7, 3 e 4 respectivamente. Em torno de 4.8 épocas de treinamento por neurônio.

3.3.7 Saída da rede para entradas distorcidas de 0 e 1

A eficiência da rede depende muito do vetor de pesos. Como eles são iniciados aleatoriamente, é de se esperar que a eficácia possua uma grande margem de erro que está entre 55% e 70%.

3.3.8 Saída da rede para as entradas de letras C, E, H, N, T

Os resultados variam completamente em detrimento do esquema de pesos adotado pela rede. No exemplo dado, a rede respondeu que o C e E correspondiam ao 1 e para as demais letras não foi obtida resposta alguma. Ao executar o programa múltiplas vezes percebeu-se que:

- **C:** rede não sabe responder;
- **E:** respostas variam entre não reconhecido e raramente 0 e 4;

3 EXERCÍCIOS

- **H**: respostas variam entre não reconhecido, 0 e 4;
- **N**: respostas variam entre não reconhecido, 1 e 4. Raramente 2;
- **T**: respostas variam entre não reconhecido e 1.