UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE COMPUTAÇÃO

Exercício 1

Adams Vietro Codignotto da Silva - 6791943

São Carlos 2016

1 Introdução

O Adaline é uma rede neural simples de duas camadas, sendo estas uma de input e outra de output, com um único neurônio de saída. O neurônio de saída recebe a entrada de todos os neurônios de entrada, e todos tem uma função de transferência linear (y = kx + n), and usa o algoritmo LMS para aprendizado. Essa rede pode ser usada para reconhecimento de padrões, filtragem de dados, ou para aproximar funções lineares. Note que esta rede pode ser aplicada apenas à problemas lineares.

2 Experimentos

Foram utilizadas 6 entradas para o 'v' e para o 'Λ' (v invertido), totalizando 12 casos de testes. No caso do algoritmo detectar um 'v', a saída será um '-1' e para o 'Λ' será de '1'. Os casos de testes foram feitos nessa ordem:

```
+1
       -1
            -1
                  -1
                       +1
                                 +1
                                              -1
                                                         +1
                                                                    -1
                                                                          -1
                                                                               +1
                                                                                      -1
                                                                                            -1
                                        +1
                                                    -1
            -1
                  -1
                                                                    -1
                                                                         +1
                                                                                     +1
+1
       -1
                       +1
                                 +1
                                        -1
                                              -1
                                                    -1
                                                         +1
                                                                                -1
                                                                                            -1
 -1
                                       +1
                                              -1
                                                   +1
                                                                    -1
     +1
            -1
                 +1
                        -1
                                   -1
                                                          -1
                                                                         +1
                                                                                -1
                                                                                     +1
                                                                                            -1
 -1
     +1
            -1
                 +1
                        -1
                                   -1
                                       +1
                                              -1
                                                   +1
                                                          -1
                                                                   +1
                                                                          -1
                                                                                -1
                                                                                      -1
                                                                                           +1
           +1
 -1
       -1
                   -1
                        -1
                                   -1
                                        -1
                                             +1
                                                    -1
                                                          -1
                                                                   +1
                                                                          -1
                                                                                -1
                                                                                      -1
                                                                                           +1
 -1
       -1
           +1
                  -1
                        -1
                                 +1
                                        +1
                                              -1
                                                    -1
                                                         +1
                                                                    -1
                                                                          -1
                                                                               +1
                                                                                      -1
                                                                                            -1
 -1
     +1
            -1
                 +1
                        -1
                                 +1
                                        -1
                                              -1
                                                    -1
                                                         +1
                                                                    -1
                                                                         +1
                                                                                -1
                                                                                     +1
                                                                                            -1
 -1
     +1
                 +1
                                   -1
                                       +1
                                              +1
                                                   +1
                                                          -1
                                                                    -1
                                                                         +1
                                                                                -1
                                                                                     +1
                                                                                            -1
            +1
                        -1
                       +1
                                       +1
                                              -1
                                                   +1
+1
       -1
            -1
                   -1
                                   -1
                                                          -1
                                                                          +1
                                                                                -1
                                                                                      -1
                                                                                           +1
                                                                   +1
+1
       -1
            -1
                  -1
                       +1
                                   -1
                                        -1
                                             +1
                                                    -1
                                                          -1
                                                                   +1
                                                                          -1
                                                                               +1
                                                                                      -1
                                                                                           +1
                       +1
                                             +1
                                                                               +1
                                                                                      -1
+1
       -1
            +1
                   -1
                                  +1
                                        -1
                                                    -1
                                                          -1
                                                                    -1
                                                                          -1
                                                                                           +1
+1
       -1
            +1
                  -1
                       +1
                                   -1
                                       +1
                                              -1
                                                   +1
                                                          -1
                                                                    -1
                                                                         +1
                                                                               +1
                                                                                     +1
                                                                                            -1
                                       +1
 -1
     +1
            +1
                 +1
                        -1
                                   -1
                                              -1
                                                   +1
                                                          -1
                                                                    -1
                                                                         +1
                                                                                -1
                                                                                     +1
                                                                                            -1
 -1
     +1
                 +1
                                                                          -1
            -1
                        -1
                                 +1
                                        -1
                                              +1
                                                    -1
                                                         +1
                                                                   +1
                                                                                -1
                                                                                     +1
                                                                                           +1
 -1
       -1
           +1
                  -1
                        -1
                                 +1
                                        -1
                                              -1
                                                                   +1
                                                                          -1
                                                                               +1
                                                                                      -1
                                                                                           +1
                                                    +1
                                                         +1
                                                                               +1
+1
       -1
            +1
                  -1
                       +1
                                 +1
                                              +1
                                                         +1
                                                                    +1
                                                                                      -1
                                                                                           +1
                                        -1
                                                                          -1
+1
       -1
            -1
                 +1
                       +1
                                 +1
                                        +1
                                              -1
                                                    -1
                                                         +1
                                                                    -1
                                                                         +1
                                                                                -1
                                                                                     +1
                                                                                            -1
 -1
     +1
            -1
                 +1
                        -1
                                   -1
                                       +1
                                              +1
                                                   +1
                                                          -1
                                                                    -1
                                                                         +1
                                                                               +1
                                                                                     +1
                                                                                            -1
                                                                   +1
+1
     +1
            -1
                 +1
                       +1
                                   -1
                                       +1
                                              -1
                                                   +1
                                                          -1
                                                                          -1
                                                                                -1
                                                                                     +1
                                                                                           +1
 -1
       -1
           +1
                  -1
                        -1
                                             +1
                                                    -1
                                                         +1
                                                                   +1
                                                                          -1
                                                                               +1
                                                                                      -1
                                                                                           +1
                                  +1
                                        -1
```

Ordem de entrada: $[v,v,'\Lambda','\Lambda',v,'\Lambda',v,'\Lambda','\Lambda',v,v,'\Lambda']$

Os ruídos e suas intensidades foram sendo inseridos de maneira gradual, começando com apenas um ruído e aumentando para até cinco nos últimos casos. Também foram feitos diversos testes com o valor do erro, variando de 0 (foi utilizado apenas o limite de iterações neste caso) a 10^{-32} , porém sempre mantendo um limite de 1000 iterações para cada caso de teste.

3 Resultados

O algoritmo se mostrou extremamente rápido para estes casos, e sempre próximo ou exato ao resultado esperado. Com o erro menor que 10^{-32} , tivemos no máximo 32 iterações para cada caso de teste. Com erro igual a 10^{-32} , o limitante foi a quantidade de iterações, porém o resultado sempre foi próximo ou exato ao resultado esperado.



Saída do caso de teste com erro 10^{-32}

4 Conclusões

Podemos notar que a convergência aumenta linearmente com a taxa de erro, e que a quantidade de iterações necessária para atingir essa taxa é extremamente pequena para todos os casos. Além disso, o algoritmo se mostrou extremamente eficiente em reconhecer as entradas e dar a solução esperada, independentemente dos ruídos. Isso acontece devido ao algoritmo de treinamento, colocando os pesos corretos já nos primeiros casos, e assim mantendo uma solução ótimo até o final da execução.