Relatório Exercício de Hopfield

Alunos: Lucas Peixoto e Bernardo Simões

O código feito está na linguagem R, com todas as partes específicas do funcionamento contendo comentário de explicação. Os números utilizados estão em uma matriz (12 colunas x 10 linhas) com os valores:

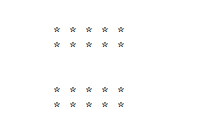
* **UM** = -1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1
* **DOIS** = 1,1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,1,1
* **TRES** = 1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1
* **QUATRO** = 1,1,1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1
* **CINCO** = 1,1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,1,1
* **SEIS** = 1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,1,1
* **SETE** = 1,1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1
* **OITO** = 1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1
* **NOVE** = 1,1,1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1
* **ZERO** = 1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1

**Experimentos**

**Todos os experimentos abaixo foram rodados com 5% de ruído em uma função Hopfield utilizando a regra de aprendizado de Hebbian**

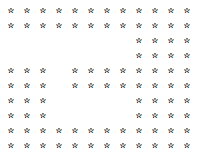
**Todos os números juntos**

A primeira observação foi feita rodando o código com todas os números de uma vez. Tal experimento retornou um resultado insatisfatório em que a maioria dos números se aproximam de 8 ou 9. Tal fato se deve a distância de Hamming entre as entradas, que puxa os resultados para os valores de maior peso. Dois exemplos dos resultados gerados:



**Dois grupos (0-4 e 5-9)**

Dividindo as entradas em dois grupos, há uma melhora entre o caso anterior que todos os resultados tendiam para dois valores, porém nem todos os números ficam satisfatórios. Por exemplo, os números 2 e 3 aparecem com o mesmo valor.



**Quatro grupos (0-2, 3-5, 5-7, 8-9)**

Nesse caso, as observações são as que mais de aproximam da realidade. Os valores são distinguíveis entre si, apesar de ainda haver algum ruído no final. Exemplo da imagem do Zero:



Ao final dessas observações, o código foi rodado novamente, porém aumentando o valor do ruído até 50%. Os resultados observados continuam seguindo o padrão da análise com 5%. Quanto maior a divisão dos números em grupos, mais fiel será o resultado final a imagem inicial