

# Trabajo Práctico 3: Modelo de Hopfield (parte 1)

Redes Neuronales - Primer cuatrimestre de 2014

## Ejercicio 1: Patrones simples

Almacenar 3 patrones/memorias en una red de Hopfield de 20 neuronas.

1. Programe los algoritmos de aprendizaje y ejecución correspondientes al modelo de Hopfield. Contemple la posibilidad de usar un entrenamiento sincrónico y uno asincrónico, dependiendo de un parámetro dado por el usuario. Responda los siguientes items utilizando al menos el entrenamiento sincrónico.
2. Proponga 3 memorias a almacenar (recordar que los valores de las neuronas serán  $\pm 1$ ). Las memorias deberían ser lo más ortogonales posibles (es decir: el producto escalar entre ellas debería ser cercano a cero).
3. Entrene la red con dichos patrones y verifique que la red converja a los mismos.
4. Para completar la verificación de memorias como atractores de la red, parta de una memoria con algunos bits alterados y analice los resultados.
5. Busque estados espurios:
  - a) Proponga uno o más estados espurios en forma analítica y verifique que realmente sean atractores.
  - b) Buscar en forma empírica estados espurios, además de los triviales, y presentar el porcentaje de estados espurios encontrados con respecto a la cantidad de patrones posibles que la red admite.
  - c) Repita el item anterior variando la cantidad de neuronas de la red y/o la relación entre las memorias analizar (puede proponer patrones similares entre sí, que no sean ortogonales, por ejemplo).

## Ejercicio 2: OCR

Entrene una red de Hopfield con las 26 letras del abecedario (todas mayúsculas, por ejemplo). Una vez entrenada, utilizar esta red para restaurar letras con ruido o incompletas a su representación original.

1. Proponga un set de entrenamiento conformado por 26 representaciones gráficas, correspondientes a cada letra del abecedario. La representación será en forma de una imagen de píxeles binarios (prendido o apagado). Para este paso será necesario proponer una cantidad de neuronas de la red, lo que se verá relacionado con las dimensiones de la representación gráfica elegida.
2. Entrene la red con este set, utilizando el algoritmo ya programado
3. Altere en forma progresiva algunas letras a su elección y analice el desempeño de la red como sistema de OCR. Graficar la evolución de la energía de la red durante la convergencia.
4. En caso de encontrar estados espurios, analice los resultados obtenidos. Si es posible, proponga alguna idea para evitar dichos estados.
5. Teniendo en cuenta que este mismo problema fue resuelto utilizando una red neuronal de un paradigma totalmente distinto, analice brevemente las diferencias que encontró al hacer las consideraciones necesarias para resolver ambos ejercicios (Hopfield vs. Perceptrón Simple, para el caso de OCR) y de los resultados obtenidos.