

# La Red De Hopfield

Nelson Juan Mendoza  
cel 70635165  
nilmendo@hotmail.com

## RESUMEN

\* Las Redes de Hopfield son redes de adaptación probabilística, recurrentes, funcionalmente entrarían en la categoría de las memorias autoasociativas, es decir, que aprenden a reconstruir los patrones de entrada que memorizaron durante el entrenamiento. Son arquitecturas de una capa con interconexión total, funciones de activación booleana de umbral.

## PALABRAS CLAVE

Redes Neuronales de Hopfield; Optimización Combinatorial; Sistemas Dinámicos; Estabilidad; Métodos Numéricos para Ecuaciones Diferenciales Ordinarias; Identificación; Control Adaptativo

## 1. INTRODUCCION.-

### HISTORIA

Es una red autoasociativa no lineal que fue desarrollada por Hopfield en 1982 basándose en los modelos de redes de McCulloch y Pitts y los símiles de los campos magnéticos con spin de Amit, Gutfreund, & Sompolinsky.

John Joseph Hopfield (nacido 15 de julio, 1933) es un americano científico más conocido por su invención de una asociación de redes neuronales en 1982. Ahora es más comúnmente conocida como la Red de Hopfield.

John Hopfield recibió su BA de Swarthmore College, y un doctorado en física de la Universidad de Cornell en 1958. Pasó dos años en el grupo de teoría en los laboratorios Bell y posteriormente fue profesor en la Universidad de California, Berkeley (física), la Universidad de Princeton (física), California Institute of Technology (Química y Biología) y ahora de nuevo en Princeton, donde él es el Profesor Howard A. Antes de la Biología Molecular. Durante 35 años, también siguió una fuerte conexión con los laboratorios Bell.

Fue galardonado con la Medalla Dirac de la CIFT en 2002 por sus contribuciones a la comprensión interdisciplinaria biología como un proceso físico, incluida la corrección de pruebas en el proceso de síntesis y biomoleculares una descripción de la dinámica colectiva con atractores y computación en redes neuronales, y el Premio de Oliver Buckley la Sociedad Americana de Física para el trabajo sobre las interacciones entre la luz y sólidos. Es miembro de la Academia Nacional de Ciencias, la Sociedad Filosófica Americana, y la Academia Americana de las Artes y las

Todos los derechos Reservados a  
Nil Tech Technology of Nelson Mendoza  
And Universitas Major of Saint Adrews La Paz Bolivia  
Carrera de Informatica  
For most information please write to e mail  
nilmendo@hotmail.com

Ciencias. Fue el Presidente de la Sociedad Americana de Física en 2006.

En la Máquina de Boltzmann, generalización de la red de Hopfield que incluye unidades ocultas, la operación de actualización se basa en un concepto de termodinámica estadística conocido como "simulated annealing". La red de Hopfield, la máquina de Boltzmann y un derivado conocido como la máquina del teorema de campo medio se han utilizado en aplicaciones de segmentación y restauración de imágenes y optimización combinatorial.

## 2. DEFINICION Y ARQUITECTURA.

La Red de Hopfield es una de las redes unicapa (monocapa, esto es, de una sola capa) más importantes y ha influido en el desarrollo de multitud de redes posteriores. Aunque también se puede mostrar como una red bicapa de dos capas, la primera capa sería una capa de sensores y la segunda capa será la capa donde se realiza el procesamiento.

En la versión bicapa la manera de interconectar ambas capas es unir la primera capa a la segunda linealmente, esto es cada neurona con su respectiva, y después unir todas las neuronas con todas en la misma capa.

La red de Hopfield toma valores bipolares esto es,  $\{-1,1\}$ , sin embargo se pueden usar también valores binarios  $\{0,1\}$ .

Los modelos de Redes Neuronales Artificiales (RNA), combinan modelos matemáticos de las células nerviosas y modelos de arquitecturas que describen las interconexiones que existen entre estas células

Puede trabajar con varias neuronas y permite conexiones recurrentes pero siempre dentro de la misma capa.

Es un modelo de red con el número suficiente de simplificaciones como para poder extraer analíticamente información sobre las características relevantes del sistema, conservando las ideas fundamentales de las redes construidas en el pasado y presentando una serie de funciones básicas de sistemas neuronales reales.

Las Redes Hopfield son auto-asociadores en los cuales los valores de los nodos son actualizados de manera iterativa basados en un principio de cómputo local: El nuevo estado de cada nodo depende únicamente de sus entradas ponderadas en un tiempo

## 3. DINÁMICA DE LA RED DE HOPFIELD

Ejecutar un patrón en la red de Hopfield consiste en enviar un patrón en la red y actualizar las neuronas repetidamente hasta que se estabilicen los estados de las neuronas a un patrón memorizado.

Con pasos sería así.

- 1 Se establece el patrón de entrada en la capa de entrada.
2. Se actualizan las neuronas de la capa de procesamiento.
3. Si han cambiado el estado de la red o hemos realizada ya el número máximo de iteraciones paramos.
4. Si no volvemos al pasos 2.

Las neuronas de actualizan de la siguiente manera:

Sea

POT = El potencial de la neurona  $i$ ,  
 $P_{ij}$  = El peso asociado a la sinapsis que une las neuronas  $i$  de la capa actual y  $j$  de la capa de sensores.  
 $E_j$  = El estado del sensor  $j$

Entonces

$$POT_i = \sum_j P_{ij} * E_j$$

Y el estado de la neurona y la función de salida es la función signo

Si los valores de entrada fuesen binarios deberíamos usar la función escalón en vez de la función signo.

El potencial se calcula de la misma manera que en el caso bipolar

#### 4. APRENDIZAJE DE LA RED DE HOPFIELD

Esta red aprende usando la regla de hebb, esto es asociamos los pesos de las sinapsis al Estado de las neuronas pre y postsinápticas. Los pasos para que la red aprenda una lista de patrones son los siguientes:

- 1 Para cada patrón de la lista P
- 2 Se establece el patrón de entrada de P en los sensores, la capa de entrada.
- 2 Se hace que las neuronas de la capa de salida se actualicen sus estados a los valores de la capa de entrada.
- 3 Solicitar que aprendan todas las sinapsis usando las sinapsis laterales.
- 4 Hacer los pesos de las sinapsis nulos.

Si la red de Hopfield es bipolar,  $\{-1,1\}$ , Las sinapsis que une las neuronas  $i, j$  aprenderán de la siguiente manera:

Sea

$E_i$  = El estado de la neurona  $i$  de la capa de salida.  
 $P_{ij}$  = El peso actual asociado a la sinapsis que une la neurona  $i$  y la neurona  $j$  de la capa de salida.  
 $E_j$  = El estado de la neurona  $j$  de la capa de salida.  
 $P_{ijnuevo}$  = El peso actualizado.  
 $N$  = el número de patrones de la lista de patrones.

Entonces

$$P_{ijnuevo} = P_{ij} + E_j * E_i / N$$

#### 5. APLICACIONES

Se conocen cinco aplicaciones tecnológicas aplicadas:

1. Reconocimiento de textos manuscritos
2. Reconocimiento del habla
3. Simulación de centrales de producción de energía
4. Detección de explosivos
5. Identificación de blancos de radares

Como actividad puedes aplicar el código para los siguientes patrones de aprendizaje

ABCD

y comprobar su funcionamiento para la figura distorsionada



Te doy una pista por si no te has dado cuenta: la dimensión de la matriz es de 7 filas y 6 columnas

El resultado debe ser el patrón



Aplicación en un entorno grafico.

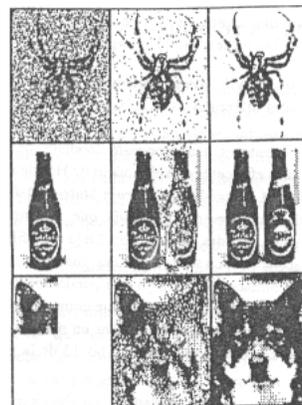


Figura 1.

#### 6. DESVENTAJAS

- La capacidad de almacenamiento es limitada, almacenar muchos patrones puede causar que converja para un estado estable deseado, y converja para algún otro estado que no corresponde a ninguno de los patrones almacenado este fenómeno es llamado de diafonía. Fue demostrado que la máxima capacidad de almacenamiento de la red de Hopfield es 0.15 del número total de neuronas.

· Existencia de memorias espurias. Los patrones almacenados en la red Hopfield pueden ser llamados de memorias fundamentales y corresponden a estados estables de la función de Energía también existen otros estados estables pero ellos no corresponden a patrones almacenados los cuales son llamados estados espurios o memorias espurias  
- Requieren mucho tiempo de procesamiento hasta converger a una solución estable

## 7. CONCLUSIONES

Las redes de Hopfield representan una parte muy atrayente de las REDES NEURONALES especialmente en la aplicación en las OCR reconocimiento óptico de caracteres que extrae de una imagen todos los caracteres y la recomposición de imágenes siguiendo un patrón específico y el Reconocimiento del habla.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

“REDES NEURONALES” , James Anderson, 2004

<http://perso.wanadoo.es/alimanya/hopfield.htm>

<http://electronica.com.mx/neural/informacion/hopfield.html>

<http://www.varpa.org/~mgpenedo/cursos/scx/Tema7/nodo7-1.html>

<http://www.ia.urjc.es/~ovelez/docencia/cne/Redes%20Hopfield.pdf>

<http://ohm.utp.edu.co/neuronales/Capitulo2/Recurrentes/ReglaH.htm>

<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd98/TecInfo/07/ejemplo.htm>