

El Neocognitrón

Lic. Aldo R. Valdez Alvarado
aldo_valdez@hotmail.com

RESUMEN

En el presente artículo se intenta dar una visión general sobre lo que es y puede hacer un Neocognitrón desde la perspectiva de la Inteligencia Artificial, como una forma de mostrar su aplicabilidad en el reconocimiento y clasificación de imágenes.

Palabras Clave

Redes Neuronales, neurona, glia, etapas, capas, patrones, reconocimiento de patrones.

18. INTRODUCCIÓN

El hombre siempre ha guardado el deseo profundo de poder reproducir la habilidad cognoscitiva por medios artificiales. La fascinación que la inteligencia como materia de estudio ha suscitado al género humano, puede verse reflejada en la aparición de una área del estudio científico llamada "Inteligencia Artificial".

Una de las múltiples vertientes por las cuales se ha desarrollado la investigación, es el desarrollo de las llamadas **redes neuronales**. Una **red neuronal** es el intento para poder emular el comportamiento de partes del cerebro humano, mediante la réplica en pequeña escala de los patrones que éste desempeña para la formación de resultados a partir de los sucesos percibidos. Concretamente, se trata de poder analizar y reproducir el mecanismo de aprendizaje y reconocimiento de sucesos que poseen los animales más evolucionados.

Una de las preguntas más interesantes que se plantean al hablar de este tema es la habilidad del cerebro para poder reconocer patrones. Se denomina **reconocimiento de patrones** a la capacidad de poder interpretar una imagen compleja (una foto, lo que ve el ojo) y actuar en consecuencia. Las computadoras digitales fueron diseñadas a partir de una lógica binaria (de 2 valores 0 - 1 o Verdadero - Falso), lo cual si bien facilitó su construcción, ha tenido como efecto una gran dificultad para procesar y reconocer imágenes, fotos, planos y dibujos [1].

19. REDES NEURONALES

El sistema nervioso y especialmente el cerebro constan de una cantidad increíble de células nerviosas denominadas neuronas, las conexiones entre las neuronas son denominadas sinapsis y soportan células denominadas células glia. Las neuronas son las células más importantes del cerebro, debido a que realizan todo el proceso, mientras que el que el rol de las células glia es soportar las neuronas mediante el control de las concentraciones iónicas al interior de las neuronas.

La habilidad del cerebro para almacenar información es distribuida sobre todas las neuronas y el proceso de recordar la información almacenada es un proceso colectivo entre todas las neuronas de la red neuronal.

Una neurona consta de tres partes básicas:

- **Dendritas:** Un árbol de fibras de entrada que lleva los potenciales de acción de las neuronas transmisoras en la neurona.

- **Soma:** El cuerpo principal de la célula con un núcleo. Es en este lugar donde los potenciales de acción son construidos antes que la neurona se active.
- **Axon:** Es una fibra de salida simple que bifurca a otras neuronas y transmite los potenciales de acción generados por la neurona.

Las dendritas y los axones pueden ser vistos como cadenas de comunicación entre las neuronas, y no se conocen los detalles exactos acerca de cómo funcionan actualmente. Las partes más interesantes son el soma y la sinapsis los cuales constituyen los puntos de conexión entre los axones y las dendritas [2].

19.1 Modelo de Neurona Artificial

La neurona que se presenta es utilizada en muchas redes neuronales artificiales actuales. De manera similar al modelo de neurona funcional básico consta de tres partes básicas: Dendritas, Soma con núcleo y Axon, como se observa en la siguiente figura:

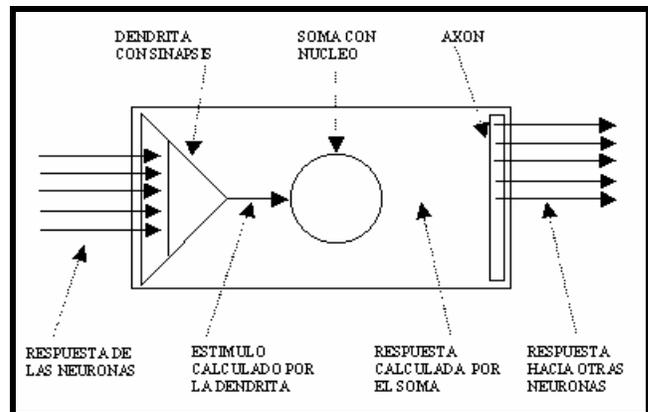


Figura 1. Modelo de una Neurona Artificial

La neurona tiene una sola dendrita. La dendrita acumula el estímulo enviado a la neurona desde las otras neuronas. El soma procesa los estímulos recibidos a través de su dendrita y decide la respuesta de la neurona. El axón toma cuidado de distribuir esta respuesta a las otras neuronas.

Los modelos de redes neuronales artificiales, o simplemente redes neuronales, se conocen por diversos nombres como modelos conexionistas o modelos de procesamiento distribuido paralelo. En lugar de ejecutar un programa secuencialmente como en una arquitectura Von Neumann, la red neuronal explora muchas hipótesis de manera simultánea utilizando redes masivamente paralelas compuestas de muchos elementos de procesamiento conectados por enlaces con pesos.

Los modelos de redes neuronales son especificados por las tres siguientes características:

- ✓ **Topología de la red:** Es el lugar donde se describen la estructura y el tipo de enlaces.

- ✓ **Características de los nodos:** que se refiere al modelo de la neurona.
- ✓ **Reglas de aprendizaje:** que hace referencia al método de ajustar los pesos.

En principio, siempre se puede encontrar una red neuronal que pueda resolver un problema dado, partiendo de que no hay restricción sobre el tamaño de la red y existe disponible una cantidad infinita de datos [3].

20. EL NEOCOGNITRÓN

20.1 Presentación

El Neocognitrón es uno de los modelos de red neuronal más complejo que existe, basado en la estructura del nervio óptico humano. El neocognitrón es una red neuronal multicapa jerárquica propuesta por el Profesor Kunihiko Fukushima para el reconocimiento de caracteres escritos a mano, ver figura 2.

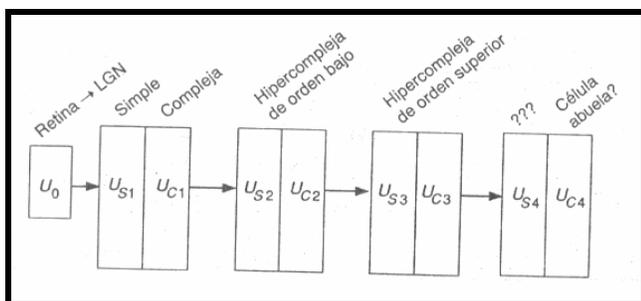


Figura 2. Modelo del Neocognitrón basado en la Estructura del Nervio Óptico.

Hay muchas versiones diferentes del neocognitrón en la actualidad. Dos versiones básicas originales propuestas por Profesor Fukushima difieren principalmente en el principio de aprendizaje usado:

- Aprendiendo sin un maestro.
- Aprendiendo con un maestro

La primera versión del neocognitrón estaba basado en el aprendizaje sin un maestro. Esta versión se llama a menudo el neocognitrón auto organizado. Sin embargo, nosotros nos enfocaremos en la versión del neocognitrón que es basado en el aprendizaje con un maestro, creemos que esta versión es más conveniente para la presentación del principio básico del neocognitrón.

La ventaja principal de neocognitrón es su habilidad de reconocer correctamente no sólo patrones aprendidos sino también aquellos que son producidos a partir de estos usando cambios parciales, rotación u otro tipo de distorsión [4].

20.2 Estructura Básica

La extracción de las características o rasgos jerárquicos es el principio básico del neocognitrón. La extracción de características jerárquicas consiste en la distribución de rasgos extraídos a varias etapas. Los rasgos más simples se extraen en la primera etapa y en cada uno de las etapas siguientes se extraen los rasgos más complejos. En este proceso el hecho más importante es que sólo la información obtenida en la fase anterior se usa para extraer los rasgos en cierta etapa.

La jerarquía de características o rasgos que se puede usar para el reconocimiento del dígito cero con en el neocognitrón se ilustran esquemáticamente en figura 3. La unión de rasgos y la adición de las etapas representas qué rasgos de la capa anterior se usan durante la extracción de cierto rasgo [5].

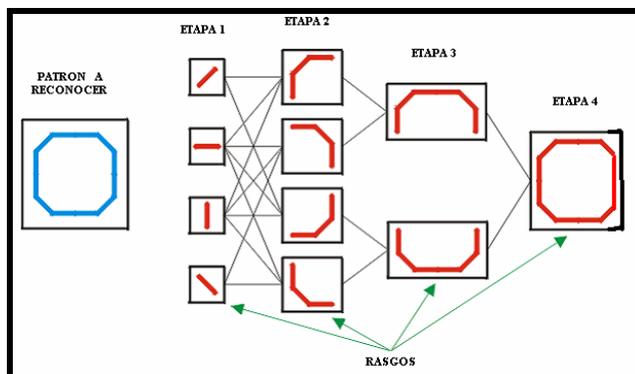


Figura 3. Principios de una Extracción Jerárquica de Rasgos.

20.3 Estructura de la Red: Etapas.

La estructura del neocognitrón se deriva de una jerarquía de rasgos extraídos. Una etapa apropiada del neocognitrón se crea para cada etapa de la jerarquía de rasgos extraídos. La red contiene una etapa adicional, etiquetada como etapa 0 que no se usa en contraste con las etapas más altas, que se usan para la extracción de los rasgos.

A continuación se muestran todas las etapas del neocognitrón y una parte de los rasgos extraídas por ellos que corresponden a la jerarquía en figura 3.

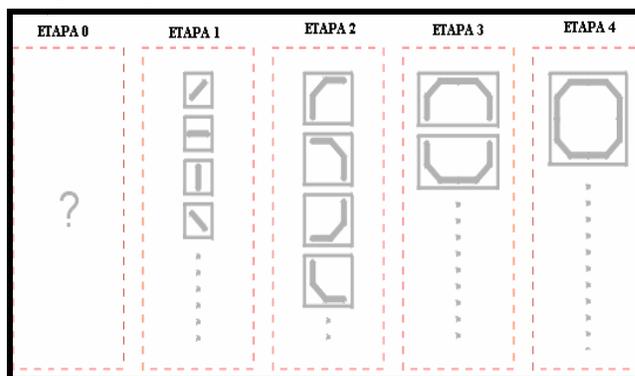


Figura 4. Estructura de la Red: Etapas.

El número total de etapas del neocognitrón depende de la complejidad de los patrones reconocidos.

20.4 Estructura de la Red: Capas

Cada etapa del neocognitrón consiste de cierto número de capas de un tipo dado. La estructura de la red de la figura 4 después de dibujar las capas de las cuales las fases particulares se ensamblan se muestra en figura 5.

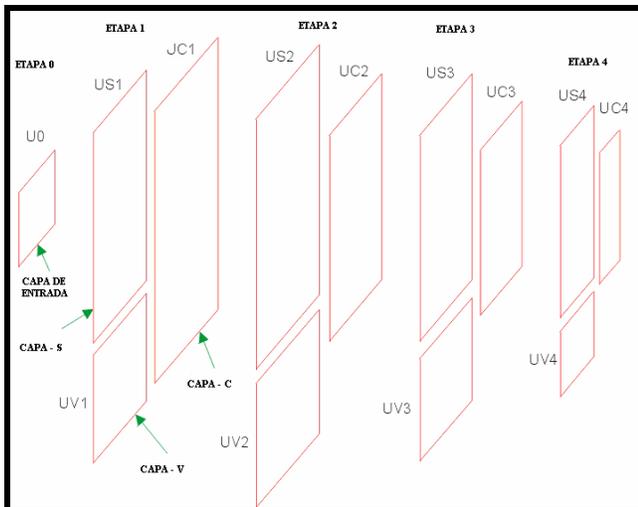


Figura 5. Estructura de la Red: Capas.

De la figura 5 es obvio que existen cuatro tipos de capas en el neocognitrón. La etapa 0 siempre consiste de una sólo capa de entrada. Todas las etapas más altas consisten de una capa - S, una capa - V y una capa - C.

En la figura 5 también se ha establecido la notación ordinariamente usada en las capas del neocognitrón.

21. CONCLUSIONES

El neocognitrón es una de las herramientas mas poderosas y complejas para el reconocimiento de patrones, particularmente para el reconocimiento de la escritura hecha a mano. En este se puede observar como se van identificando rasgos del objeto a reconocer a través de capas en diferentes etapas.

22. BIBLIOGRAFÍA

- [9] Arroyo L. Redes Neuronales. 2004.
- [10] Choque G. Inteligencia Artificial – Perspectivas y Realizaciones. 2002.
- [11] Van der Smagt P., Krose B. An Introduction to Neural Networks. 1996. Universidad de Amsterdam.
- [12] Fukushima K. Neocognitron: A self-organizing neural network model for a mechanism of pattern recognition unaffected by shift in position. 1980. *Biological Cybernetics*, pp. 193-202.
- [13] Freeman J., Skapura D. Neural Networks, Algorithms, Applications and Programming Techniques. 1991. Ed. Addison Wesley.