

UNIVERSIDAD DON BOSCO

**ESCUELA DE COMPUTACION
FACULTAD DE INGENIERIA
SISTEMAS EXPERTOS**



REDES NEURONALES

CATEDRATICO:

Ing. Cruz Antonio Galdaméz

ALUMNOS (GRUPO 13):

**ARGUETA FUENTES, FAUSTO JOSE
MORENO GUTIERRES, JOSE ERNESTO
UMAÑA MARTINEZ, GRISELDA ANABEL**

Ciudadela Don Bosco, 30 Junio 2004

INDICE

INDICE	2
INTRODUCCION	3
OBJETIVOS	4
General.....	4
Específicos	4
MARCO TEORICO	5
Historia de las Redes Neuronales	5
Ventajas que ofrecen las redes neuronales.....	7
Conceptos	7
Limitaciones	16
Tecnología.....	17
Información General	20
Aplicaciones.....	22
El Futuro.	22
CONCLUSIONES.....	27
BIBLIOGRAFIA.....	28

INTRODUCCION

Con las Redes Neuronales se busca la solución de problemas complejos, no como una secuencia de pasos, sino como la evolución de unos sistemas de computación inspirados en el cerebro humano, y dotados por tanto de cierta "inteligencia", los cuales no son sino la combinación de elementos simples de proceso (neuronas) interconectados, que operando de forma paralela en varios estilos, consiguen resolver problemas relacionados con el reconocimiento de formas o patrones, predicción, codificación, control y optimización entre otras aplicaciones que finalizarán con este documento.

El hombre se ha caracterizado siempre por su búsqueda constante de nuevas vías para mejorar sus condiciones de vida. Estos esfuerzos le han servido para reducir el trabajo en aquellas operaciones en las que la fuerza juega un papel primordial. Los progresos obtenidos han permitido dirigir estos esfuerzos a otros campos, como por ejemplo, a la construcción de máquinas calculadoras que ayuden a resolver de forma automática y rápida determinadas operaciones que resultan tediosas cuando se realizan a mano. Estas máquinas permiten implementar fácilmente algoritmos para resolver multitud de problemas que antes resultaban engorrosos de resolver.

Las redes neuronales son más que otra forma de emular ciertas características propias de los humanos, como la capacidad de memorizar y de asociar hechos. Si se examinan con atención aquellos problemas que no pueden expresarse a través de un algoritmo, se observará que todos ellos tienen una característica en común: la experiencia. El hombre es capaz de resolver estas situaciones acudiendo a la experiencia acumulada. Así, parece claro que una forma de aproximarse al problema consista en la construcción de sistemas que sean capaces de reproducir esta característica humana.

En definitiva, las redes neuronales no son más que un modelo artificial y simplificado del cerebro humano, que es el ejemplo más perfecto del que disponemos para un sistema que es capaz de adquirir conocimiento a través de la experiencia. Una red neuronal es "un nuevo sistema para el tratamiento de la información, cuya unidad básica de procesamiento está inspirada en la célula fundamental del sistema nervioso humano: la neurona".

En el presente trabajo se presenta una documentación sobre la importancia de las redes neuronales hoy en día, los principales conceptos, las limitaciones que esta tiene para desarrollarse e información sobre avances tecnológicos que ha desarrollado. Todo este reflejara y ayudara a ser conocedores del gran mundo tecnología y la capacidad de que este tiene y cubre.

La información ha sido recopilada de Internet, tomando como base los conceptos más importantes del tema ya que el contenido de tal es amplio. Finalmente se presenta una serie de conclusiones enfocadas a lo analizado y entendido de todo el documento.

OBJETIVOS

General

- ❖ Investigar y conocer sobre el tema Redes Neuronales como parte del desarrollo de la Inteligencia Artificial.

Específicos

- ❖ Desarrollar los principales conceptos sobre las redes neuronales.
- ❖ Identificar las limitantes existentes que tienen las redes neuronales para su desarrollo o aplicación.
- ❖ Identificar la tecnología aplicada y usada para las redes neuronales.

MARCO TEORICO

Historia de las Redes Neuronales

Conseguir diseñar y construir máquinas capaces de realizar procesos con cierta inteligencia ha sido uno de los principales objetivos de los científicos a lo largo de la historia. De los intentos realizados en este sentido se han llegado a definir las líneas fundamentales para la obtención de máquinas inteligentes: En un principio los esfuerzos estuvieron dirigidos a la obtención de **autómatas**, en el sentido de máquinas que realizaran, con más o menos éxito, alguna función típica de los seres humanos. Hoy en día se continúa estudiando en ésta misma línea, con resultados sorprendentes, existen maneras de realizar procesos similares a los inteligentes y que podemos encuadrar dentro de la llamada **Inteligencia Artificial (IA)**.

A continuación se presenta una breve reseña histórica de lo que son puntos clave en el avance de las Redes Neuronales:

1936 - Alan Turing. Fue el primero en estudiar el cerebro como una forma de ver el mundo de la computación. Sin embargo, los primeros teóricos que concibieron los fundamentos de la computación neuronal fueron Warren McCulloch, un neurofisiólogo, y Walter Pitts, un matemático, quienes, en 1943, lanzaron una teoría acerca de la forma de trabajar de las neuronas (Un Cálculo Lógico de la Inminente Idea de la Actividad Nerviosa - Boletín de Matemática Biofísica 5: 115-133). Ellos modelaron una red neuronal simple mediante circuitos eléctricos.

1949 - Donald Hebb. Escribió un importante libro: *La organización del comportamiento*, en el que se establece una conexión entre psicología y fisiología. Fue el primero en explicar los procesos del aprendizaje (que es el elemento básico de la inteligencia humana) desde un punto de vista psicológico, desarrollando una regla de como el aprendizaje ocurría. Aun hoy, este es el fundamento de la mayoría de las funciones de aprendizaje que pueden hallarse en una red neuronal. Su idea fue que el aprendizaje ocurría cuando ciertos cambios en una neurona eran activados. También intentó encontrar semejanzas entre el aprendizaje y la actividad nerviosa. Los trabajos de Hebb formaron las bases de la Teoría de las Redes Neuronales.

1950 - Karl Lashley. En sus series de ensayos, encontró que la información no era almacenada en forma centralizada en el cerebro sino que era distribuida encima de él.

1956 - Congreso de Dartmouth. Este Congreso frecuentemente se menciona para indicar el nacimiento de la inteligencia artificial.

1957 - Frank Rosenblatt. Comenzó el desarrollo del Perceptrón. Esta es la red neuronal más antigua; utilizándose hoy en día para aplicación como reconocedor de patrones. Este modelo era capaz de generalizar, es decir, después de haber aprendido una serie de patrones podía reconocer otros similares, aunque no se le hubiesen presentado anteriormente. Sin embargo, tenía una serie de limitaciones, por ejemplo, su incapacidad para resolver el

problema de la función OR-exclusiva y, en general, era incapaz de clasificar clases no separables linealmente. En 1959, escribió el libro Principios de Neurodinámica, en el que confirmó que, bajo ciertas condiciones, el aprendizaje del Perceptrón convergía hacia un estado finito (Teorema de Convergencia del Perceptrón).

1960 - Bernard Widrow/Marcial Hoff. Desarrollaron el modelo Adaline (ADaptative LINear Elements). Esta fue la primera red neuronal aplicada a un problema real (filtros adaptativos para eliminar ecos en las líneas telefónicas) que se ha utilizado comercialmente durante varias décadas.

1961 - Karl Steinbeck: Die Lernmatrix. Red neuronal para simples realizaciones técnicas (memoria asociativa).

1967 - Stephen Grossberg. A partir de sus conocimientos fisiológicos, ha escrito numerosos libros y desarrollado modelo de redes neuronales. Realizó una red: **Avalancha**, que consistía en elementos discretos con actividad que varía en el tiempo que satisface ecuaciones diferenciales continuas, para resolver actividades como reconocimiento continuo de habla y aprendizaje de los brazos de un robot.

1969 - Marvin Minsky/Seymour Papert. En este año surgieron críticas que frenaron, hasta 1982, el crecimiento que estaban experimentando las investigaciones sobre redes neuronales. Minsky y Papera, del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT), publicaron un libro *Perceptrons*. Probaron (matemáticamente) que el Perceptrón no era capaz de resolver problemas relativamente fáciles, tales como el aprendizaje de una función no-lineal. Esto demostró que el Perceptrón era muy débil, dado que las funciones no-lineales son extensamente empleadas en computación y en los problemas del mundo real. A pesar del libro, algunos investigadores continuaron su trabajo. Tal fue el caso de **James Anderson**, que desarrolló un modelo lineal, llamado **Asociador Lineal**, que consistía en unos elementos integradores lineales (neuronas) que sumaban sus entradas. Este modelo se basa en el principio de que las conexiones entre neuronas son reforzadas cada vez que son activadas. Anderson diseñó una potente extensión del Asociador Lineal, llamada **Brain State in a Box (BSB)**.

1974 - Paul Werbos. Desarrolló la idea básica del algoritmo de aprendizaje de *propagación hacia atrás* (backpropagation); cuyo significado quedó definitivamente aclarado en 1985.

1977 - Stephen Grossberg. Teoría de Resonancia Adaptada (TRA). La Teoría de Resonancia Adaptada es una arquitectura de red que se diferencia de todas las demás previamente inventadas. La misma simula otras habilidades del cerebro: memoria a largo y corto plazo.

1977 - Teuvo Kohonen. Ingeniero electrónico de la Universidad de Helsinki, desarrolló un modelo similar al de Anderson, pero independientemente.

1980 - Kunihiko Fukushima. Desarrolló un modelo neuronal para el reconocimiento de patrones visuales.

1985 - John Hopfield. Provocó el renacimiento de las redes neuronales con su libro: "Computación neuronal de decisiones en problemas de optimización."

1986 - David Rumelhart/G. Hinton. Redescubrieron el algoritmo de aprendizaje de propagación hacia atrás (backpropagation). A partir de 1986, el panorama fue alentador con respecto a las investigaciones y el desarrollo de las redes neuronales. En la actualidad, son numerosos los trabajos que se realizan y publican cada año, las aplicaciones nuevas que surgen (sobre todo en el área de control) y las empresas que lanzan al mercado productos nuevos, tanto hardware como software (sobre todo para simulación).

Ventajas que ofrecen las redes neuronales

Debido a su constitución y a sus fundamentos, las redes neuronales artificiales presentan un gran número de características semejantes a las del cerebro. Por ejemplo, son capaces de aprender de la experiencia, de generalizar de casos anteriores a nuevos casos, de abstraer características esenciales a partir de entradas que representan información irrelevante, etc. Esto hace que ofrezcan numerosas ventajas y que este tipo de tecnología se esté aplicando en múltiples áreas. Entre las ventajas se incluyen:

- ✓ Aprendizaje Adaptativo: capacidad de aprender a realizar tareas basadas en un entrenamiento o en una experiencia inicial.
- ✓ Auto-organización: una red neuronal puede crear su propia organización o representación de la información que recibe mediante una etapa de aprendizaje.
- ✓ Tolerancia a fallos: la destrucción parcial de una red conduce a una degradación de su estructura; sin embargo, algunas capacidades de la red se pueden retener, incluso sufriendo un gran daño.
- ✓ Operación en tiempo real: los cómputos neuronales pueden ser realizados en paralelo; para esto se diseñan y fabrican máquinas con hardware especial para obtener esta capacidad.
- ✓ Fácil inserción dentro de la tecnología existente: se pueden obtener chips especializados para redes neuronales que mejoran su capacidad en ciertas tareas. Ello facilitará la integración modular en los sistemas existentes.

Conceptos

Sistema Experto

Un método más avanzado para representar el conocimiento, es el sistema experto. Típicamente está compuesto por varias clases de información almacenada: Las reglas *If - Then* le dicen al sistema como se debe reaccionar ante los estados del "mundo". Una regla del sistema experto puede ser *if Y es un hombre, Then Y es mortal*.

Los hechos describen el estado del "mundo". Por ejemplo: Juan es mortal. Por último, una máquina de inferencia relaciona los hechos conocidos con las reglas *If - Then* y genera una conclusión. En el ejemplo: Juan es mortal. Esta nueva conclusión se añade a la colección de hechos que se almacena en los medios ópticos o magnéticos del computador digital. De esta forma, un sistema experto sintetiza nuevo conocimiento a partir de su "entendimiento" del mundo que le rodea. De esta forma, un sistema experto

es un método de representación y procesamiento del conocimiento, mucho más rico y poderoso que un simple programa de computador. Sin embargo, con respecto a la manera en que opera el cerebro humano, las limitaciones son múltiples. Los problemas planteados en términos difusos o ambiguos, por ejemplo, son muy complejos de analizar o "conocer" con sistemas de procesamiento simbólico, como los sistemas expertos o programas de computador.

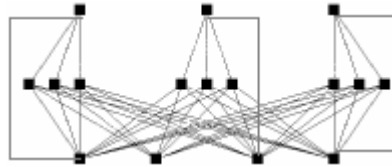
Elementos de una Red Neuronal Artificial

Las redes neuronales artificiales (RNA) son modelos que intentan reproducir el comportamiento del cerebro. Como tal modelo, realiza una simplificación, averiguando cuáles son los elementos relevantes del sistema, bien porque la cantidad de información de que se dispone es excesiva o bien porque es redundante. Una elección adecuada de sus características, más una estructura conveniente, es el procedimiento convencional utilizado para construir redes capaces de realizar determinada tarea.

1. Unidad de proceso: La neurona Artificial. Existen tres tipos de unidades en cualquier sistema: entradas, salidas y ocultas. Las unidades de entrada reciben señales desde el entorno; las de salida envían la señal fuera de la red, y las unidades ocultas son aquellas cuyas entradas y salidas se encuentran dentro del sistema.
Se conoce como capa o nivel a un conjunto de neuronas cuyas entradas provienen de la misma fuente y cuyas salidas se dirigen al mismo destino.
2. Estado de Activación. Los estados del sistema en un tiempo t se representan por un vector $A(t)$. Los valores de activación pueden ser continuos o discretos, limitados o ilimitados. Si son discretos, suelen tomar un conjunto discreto de valores binarios, así un estado activo se indicaría con un 1 y un estado pasivo se representaría por un cero. En otros modelos se considera un conjunto de estados de activación, en cuyo valor entre $[0,1]$, o en el intervalo $[-1,1]$, siendo una función sigmoideal.
3. Función de Salida o de Transferencia. Asociada con cada unidad hay una función de salida, que transforma el estado actual de activación en una señal de salida.
Existen cuatro funciones de transferencia típicas que determinan distintos tipos de neuronas:
 - Función Escalón
 - Función Lineal y Mixta
 - Sigmoidal
 - Función Gaussiana
4. Conexiones entre neuronas. Las conexiones que unen a las neuronas que forman una RNA tiene asociado un peso, que es el que hace que la red adquiera conocimiento. Se considera que el efecto de cada señal es aditivo, de tal forma que la entrada neta que recibe una neurona es la suma del producto de cada señal individual por el valor de la sinapsis que conecta ambas neuronas y es lo que se conoce como red de propagación.
5. Función o Regla de Activación. Se requiere una regla que combine las entradas con el estado actual de la neurona para producir un nuevo estado de activación. Esta función F produce un nuevo estado de activación en una neurona a partir del estado que existía y la combinación de las entradas con los pesos de las conexiones. Esa F es denominada función de

activación, y las salidas que se obtienen en una neurona para las diferentes formas de F serán:

- Función de Activación Escalón
- Función de Activación Identidad
- Función de Activación Lineal -Mixta
- Función de Activación Sigmoidal



6. Regla de Aprendizaje. El aprendizaje puede ser comprendido como la modificación de comportamiento inducido por la interacción con el entorno y como resultado de experiencias conduce al establecimiento de nuevos modelos de respuesta a estímulos externos. En el cerebro humano el conocimiento se encuentra en la sinapsis. En el caso de las RNA el conocimiento se encuentra en los pesos de las conexiones entre neuronas. Todo proceso de aprendizaje implica cierto número de cambios en estas conexiones. En realidad, puede decirse que se aprende modificando los valores de los pesos de la red.

Estructura de una Red Neuronal Artificial

Anteriormente ya se estipuló que la distribución de neuronas dentro de la red se realiza formando niveles o capas de un número determinado de neuronas cada una, y que existen capas de entrada, de salida, y ocultas, ahora veamos las formas de conexión entre neuronas.

Cuando ninguna salida de las neuronas es entrada de neuronas del mismo nivel o de niveles precedentes, la red se describe como de propagación hacia adelante.



Cuando las salidas pueden ser conectadas como entradas de neuronas de niveles previos o del mismo nivel, incluyéndose ellas mismas, la red es de propagación hacia atrás.

Características de las Redes Neuronales

Existen cuatro aspectos que caracterizan una red neuronal: Su topología, el mecanismo de aprendizaje, tipo de asociación realizada entre la información de entrada y salida, y la forma de representación de estas informaciones.

1. Topología de las Redes Neuronales. La arquitectura de las redes neuronales consiste en la organización y disposición de las neuronas formando capas más o menos alejadas de la entrada y salida de la red. En este sentido, los parámetros fundamentales de la red son: el número de

capas, el número de neuronas por capa, el grado de conectividad y el tipo de conexiones entre neuronas.

Redes Monocapa: Se establecen conexiones laterales, cruzadas o autorrecurrentes entre las neuronas que pertenecen a la única capa que constituye la red. Se utilizan en tareas relacionadas con lo que se conoce como autoasociación; por ejemplo, para generar informaciones de entrada que se presentan a la red incompleta o distorsionada.

Redes Multicapa: Son aquellas que disponen de conjuntos de neuronas agrupadas en varios niveles o capas. Una forma de distinguir la capa a la que pertenece la neurona, consiste en fijarse en el origen de las señales que recibe a la entrada y el destino de la señal de salida. Según el tipo de conexión, como se vio previamente, se distinguen las redes feedforward, y las redes feedforward/feedback.

2. Mecanismo de Aprendizaje. El aprendizaje es el proceso por el cual una red neuronal modifica sus pesos en respuesta a una información de entrada. Los cambios que se producen durante el proceso de aprendizaje se reducen a la destrucción, modificación y creación de conexiones entre las neuronas, la creación de una nueva conexión implica que el peso de la misma pasa a tener un valor distinto de cero, una conexión se destruye cuando su peso pasa a ser cero. Se puede afirmar que el proceso de aprendizaje ha finalizado (la red ha aprendido) cuando los valores de los pesos permanecen estables ($dw_{ij} / dt = 0$).

Un criterio para diferenciar las reglas de aprendizaje se basa en considerar si la red puede aprender durante su funcionamiento habitual, o si el aprendizaje supone la desconexión de la red.

Otro criterio suele considerar dos tipos de reglas de aprendizaje: las de aprendizaje supervisado y las correspondientes a un aprendizaje no supervisado, estas reglas dan pie a una de las clasificaciones que se realizan de las RNA: Redes neuronales con aprendizaje supervisado y redes neuronales con aprendizaje no supervisado. La diferencia fundamental entre ambos tipos estriba en la existencia o no de un agente externo (supervisor) que controle el aprendizaje de la red.

Redes con Aprendizaje Supervisado. El proceso de aprendizaje se realiza mediante un entrenamiento controlado por un agente externo (supervisor, maestro) que determina la respuesta que debería generar la red a partir de una entrada determinada. El supervisor comprueba la salida de la red y en el caso de que ésta no coincida con la deseada, se procederá a modificar los pesos de las conexiones, con el fin de conseguir que la salida se aproxime a la deseada.

Se consideran tres formas de llevar a cabo este tipo de aprendizaje:

- *Aprendizaje por corrección de error:* Consiste en ajustar los pesos en función de la diferencia entre los valores deseados y los obtenidos en la salida de la red; es decir, en función del error.

- *Aprendizaje por refuerzo*: Se basa en la idea de no indicar durante el entrenamiento exactamente la salida que se desea que proporcione la red ante una determinada entrada. La función del supervisor se reduce a indicar mediante una señal de refuerzo si la salida obtenida en la red se ajusta a la deseada (éxito=+1 o fracaso=-1), y en función de ello se ajustan los pesos basándose en un mecanismo de probabilidades.
- *Aprendizaje estocástico*: Este tipo de aprendizaje consiste básicamente en realizar cambios aleatorios en los valores de los pesos de las conexiones de la red y evaluar su efecto a partir del objetivo deseado y de distribuciones de probabilidad.

Redes con Aprendizaje No Supervisado. Estas redes no requieren influencia externa para ajustar los pesos de las conexiones entre neuronas. La red no recibe ninguna información por parte del entorno que le indique si la salida generada es o no correcta, así que existen varias posibilidades en cuanto a la interpretación de la salida de estas redes.

En algunos casos, la salida representa el grado de familiaridad o similitud entre la información que se le está presentando en la entrada y las informaciones que se le han mostrado en el pasado. En otro caso podría realizar una codificación de los datos de entrada, generando a la salida una versión codificada de la entrada, con menos bits, pero manteniendo la información relevante de los datos, o algunas redes con aprendizaje no supervisado lo que realizan es un mapeo de características, obteniéndose en las neuronas de salida una disposición geométrica que representa un mapa topográfico de las características de los datos de entrada, de tal forma que si se presentan a la red informaciones similares, siempre sean afectadas neuronas de salidas próximas entre sí, en la misma zona del mapa..

En general en este tipo de aprendizaje se suelen considerar dos tipos:

- *Aprendizaje Hebbiano*: Consiste básicamente en el ajuste de los pesos de las conexiones de acuerdo con la correlación, así si las dos unidades son activas (positivas), se produce un reforzamiento de la conexión. Por el contrario cuando una es activa y la otra pasiva (negativa), se produce un debilitamiento de la conexión.
 - *Aprendizaje competitivo y cooperativo*: Las neuronas compiten (y cooperan) unas con otras con el fin de llevar a cabo una tarea dada. Con este tipo de aprendizaje se pretende que cuando se presente a la red cierta información de entrada, solo una de las neuronas de salida se active (alcance su valor de respuesta máximo). Por tanto las neuronas compiten por activarse, quedando finalmente una, o una por grupo, como neurona vencedora
3. Tipo de Asociación entre las Informaciones de Entrada y Salida. Las RNA son sistemas que almacenan cierta información aprendida; esta información se registra de forma distribuida en los pesos asociados a las conexiones entre neuronas de entrada y salida. Existen dos formas primarias de realizar esa asociación de entrada/salida.

Una primera sería la denominada heteroasociación, que se refiere al caso en el que la red aprende parejas de datos $[(A_1, B_1), (A_2, B_2)... (A_n, B_n)]$, de tal forma que cuando se presente cierta información de entrada A_i , deberá responder generándola correspondiente salida B_i . La segunda se conoce como autoasociación, donde la red aprende ciertas informaciones $A_1, A_2...A_n$, de tal forma que cuando se le presenta una información de entrada realizará una autocorrelación, respondiendo con uno de los datos almacenados, el más parecido al de la entrada.

Estos dos mecanismos de asociación dan lugar a dos tipos de redes neuronales: las redes heteroasociativas y las autoasociativas. Una red heteroasociativa podría considerarse aquella que computa cierta función, que en la mayoría de los casos no podrá expresarse analíticamente, entre un conjunto de entradas y un conjunto de salidas, correspondiendo a cada posible entrada una determinada salida. Existen redes heteroasociativas con conexiones feedforward, feedforward/feedback y redes con conexiones laterales. También existen redes heteroasociativas multidimensionales y su aprendizaje puede ser supervisado o no supervisado.

Por otra parte, una red autoasociativa es una red cuya principal misión es reconstruir una determinada información de entrada que se presenta incompleta o distorsionada (le asocia el dato almacenado más parecido). Pueden implementarse con una sola capa, existen conexiones laterales o también autorrecurrentes, habitualmente son de aprendizaje no supervisado.

4. Representación de la Infamación de Entrada y Salida. Las redes neuronales pueden también clasificarse en función de la forma en que se representan las informaciones de entrada y las respuestas o datos de salida. Así un gran número de redes, tanto los datos de entrada como de salida son de naturaleza analógica, cuando esto ocurre, las funciones de activación de las neuronas serán también continuas, del tipo lineal o sigmoidal.

Otras redes sólo admiten valores discretos o binarios a su entrada, generando también unas respuestas en la salida de tipo binario. En este caso, las funciones de activación de las neuronas son de tipo escalón. Existe también un tipo de redes híbridas en las que las informaciones de entrada pueden ser valores continuos, aunque las salidas de la red son discretas.

Implementación de las Redes Neuronales

En la búsqueda de sistemas inteligentes en general, se ha llegado a un importante desarrollo del software, dentro de esta línea se encuentran algunos de los neurocomputadores más conocidos. Un neurocomputador es básicamente un conjunto de procesadores conectados con cierta regularidad que operan concurrentemente. En la actualidad ya existen una serie de neurocomputadores comerciales destinados a la realización de redes neuronales. Por otro lado la realización de RNA puede llevarse a cabo por medio de uno o varios circuitos integrados específicos, para así poder obtener

una estructura que se comporte lo más similar posible a como lo haría una red neuronal. Otra tecnología que podría ser apropiada en la implementación de las redes neuronales es la tecnología electroóptica, con la ventaja de utilizar la luz como medio de transporte de la información, permitiendo la transmisión, masiva de datos.

- **Realización de Redes Neuronales:** La realización más simple e inmediata consiste en simular la red sobre un ordenador convencional mediante un software específico. Es un procedimiento rápido, económico, e instaurable, pero su mayor desventaja radica en el hecho de que se intentan simular redes con un alto grado de paralelismo sobre máquinas que ejecuten secuencialmente las operaciones. Valores intrínsecos de las redes neuronales no pueden obtenerse de esta forma.

Otro método es la realización de redes neuronales a través de arquitecturas orientadas a la ejecución de procesos con un alto de paralelismo, tales como redes de transputers, arquitecturas sistólicas, etc. Este método es una optimización del anterior, ya que el acelera el proceso, permitiendo una respuesta en tiempo real, pero el comportamiento real de la red sigue siendo simulado por una estructura ajena a la estructura intrínseca de una red neuronal.

Una tercera aproximación radicalmente distinta es la realización de redes neuronales mediante su implementación por uno o varios circuitos integrados específicos. Son los llamados chips neuronales. Las neuronas y las conexiones se emulan con dispositivos específicos, de forma que la estructura del circuito integrado refleja la arquitectura de la red. Se consigue de esta forma realizaciones que funcionan a alta velocidad, pero a costa de una pérdida notable de velocidad.

- **Herramientas software de desarrollo:** La comercialización de productos software es la forma más extendida para simular redes neuronales, debido a las ventajas citadas anteriormente. La diferencia entre los distintos productos software radica en aspectos tales como el tipo y el número de arquitecturas de red que soporta, velocidad de procesamiento, interfaz gráfica, exportación de código C para el desarrollo automático de aplicaciones, etc.

Algunos de los productos comerciales son: ANSim (DOS), ExpertNet (DOS, Windows), Neuralesk (Windows), Neuralworks Pro II/Plus (DOS, OS/2, UNIX, VMS)

- **Neurocomputadores de propósito especial y de propósito general:** Como se dijo anteriormente un neurocomputador es básicamente un conjunto de procesadores conectados con cierta regularidad que operan concurrentemente. Los de propósito general deben ser capaces de emular un gran número de modelos de red neuronal.

Los de propósito especial han sido diseñados para implementar un modelo específico de red neuronal.

- **Implementación microelectrónica (VLSI).** En general si la red ha estado previamente simulada y su configuración de conexiones perfectamente determinada, se busca la implementación sobre un circuito de conexiones fijas. La presentación del panorama que actualmente existe en el ámbito de la implementación VLSI de redes neuronales resulta complicada por la gran cantidad de aportaciones existentes, tanto en soluciones analógicas como digitales y con la alternativa de matriz de neuronas o de sinapsis.

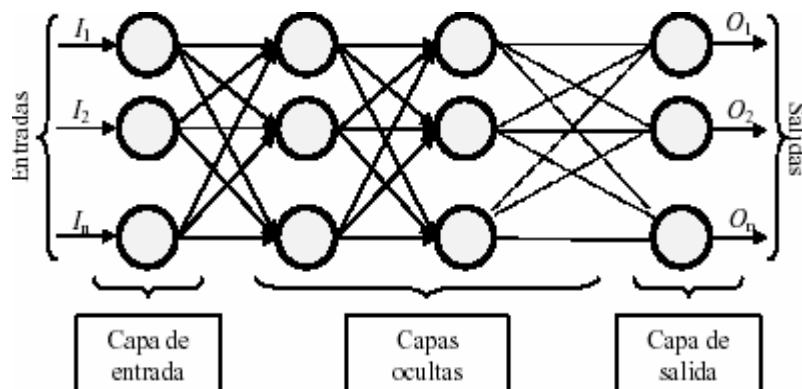
Elementos de una Red Neuronal Artificial

Las redes neuronales son modelos que intentan reproducir el comportamiento del cerebro. Los mismos constan de dispositivos elementales de proceso: *las neuronas*. A partir de ellas, se pueden generar representaciones específicas, de tal forma que un estado conjunto de ellas puede significar una letra, un número u otro objeto. Generalmente se pueden encontrar tres tipos de neuronas:

Aquellas que reciben estímulos externos relacionados con el aparato sensorial, que tomarán la información de entrada. Dicha información se transmite a ciertos elementos internos que se ocupan de su procesamiento. Es en las *sinapsis* y *neuronas* correspondientes a este segundo nivel donde se genera cualquier tipo de representación interna de información. Como no tienen relación directa con la información de entrada ni con la salida, estos elementos se denominan *unidades ocultas*.

Una vez finalizado el período de procesado, la información llega a las unidades de salida, cuya misión es dar la respuesta al sistema.

A continuación se puede ver en la siguiente figura, un esquema de una red neuronal:



La misma está constituida por neuronas interconectadas y arregladas en tres capas (esto último puede variar). Los datos ingresan por medio de la "capa de entrada", pasan a través de la "capa oculta" y salen por la "capa de salida". Cabe mencionar que la capa oculta puede estar constituida por varias capas.

En la siguiente figura se compara una neurona biológica con una neurona artificial. En la misma se pueden observar las similitudes entre ambas (tienen entradas, utilizan pesos y generan salidas).



La neurona artificial pretende mimetizar las características más importantes de las neuronas biológicas.

Unidades de proceso: La neurona artificial

En cualquier sistema que se esté modelando, es útil caracterizar tres tipos de unidades: entradas, salidas y ocultas. Las unidades de entrada reciben señales del entorno, éstas pueden ser provenientes de sensores o de otros sectores del sistema. Las unidades de salida envían la señal fuera del sistema; éstas pueden controlar directamente potencias u otros sistemas. Las unidades ocultas son aquellas cuyas entradas y salidas se encuentran dentro del sistema; es decir no tienen contacto con el exterior.

Se conoce como nivel o capa a un conjunto de neuronas cuyas entradas provienen de la misma fuente, y cuyas salidas se dirigen a un mismo destino.

Estado de Activación

Junto al conjunto de unidades, la representación necesita los estados del sistema en un tiempo t . Esto se especifica en un vector de N números reales $A(t)$, que representa el *estado de activación* del conjunto de unidades de procesamiento. Cada elemento del vector representa la activación de una unidad en el tiempo t . La activación de una unidad U_i en el tiempo t se designa por $a_i(t)$; es decir:

$$A(t) = (a_1(t), \dots, a_i(t), \dots, a_N(t))$$

El procesamiento que realiza la red se ve como la evolución de un patrón de activación en el conjunto de unidades que lo componen a través del tiempo.

Todas las neuronas que componen la red se hallan en cierto estado. Podemos decir que hay dos posibles estados, *reposo* y *excitado*, a los que denominaremos *estados de activación* y a cada uno de los cuales se le asigna un valor. Los valores de activación pueden ser continuos o discretos.

Además pueden ser limitados o ilimitados. Si son discretos, suelen tomar un conjunto pequeño de valores o bien valores binarios. En notación binaria, un estado activo se indicaría por un 1, y se caracteriza por la emisión de un impulso por parte de la neurona (potencial de acción), mientras que un estado pasivo se indicaría por un 0. En otros modelos se considera un conjunto continuo de estados de activación, en cuyo caso se asigna un valor

entre $[0,1]$ o en el intervalo $[-1,1]$, generalmente siguiendo una función sigmoïdal.

Los criterios o reglas que siguen las neuronas para alcanzar tales estados dependen de dos factores:

Dado que las propiedades macroscópicas de las redes neuronales no son producto de actuación de elementos individuales, es necesario tener idea del mecanismo de interacción entre las neuronas. El estado de activación estará fuertemente influenciado por tales interacciones ya que el efecto que producirá una neurona sobre otra será proporcional a la fuerza, peso de la conexión entre ambas.

La señal que envía cada una de las neuronas a sus vecinas dependerá de su propio estado de activación.

Conexiones entre neuronas

Las conexiones que unen las neuronas que forman una RNA tienen asociado un peso que es el que hace que la red adquiera conocimiento. Consideremos y_i como el valor de salida de una neurona i en un instante dado. Una neurona recibe un conjunto de señales que le dan información del estado de activación de todas las neuronas con las que se encuentra conectada. Cada conexión (sinápsis) entre la neurona i y la j está ponderada por un peso w_{ji} . Normalmente, como simplificación, se considera que el efecto de cada señal es aditivo, de tal forma que la entrada neta que recibe una neurona net_j , es la suma de cada señal individual por el valor de la sinapsis que conecta ambas neuronas:

$$net_j = \sum_i^N w_{ji} * y_i$$

Esta regla muestra el procedimiento a seguir para combinar los valores de entrada a una unidad con los pesos de las conexiones que llegan a esa unidad y es conocida como *regla de propagación*.

Limitaciones

Una limitación importante que se denota en la investigación fue la siguiente: ¿qué ocurre cuando el problema que se quiere resolver no admite un tratamiento algorítmico, como es el caso, por ejemplo, de la clasificación de objetos por rasgos comunes? Este ejemplo demuestra que la construcción de nuevas máquinas más versátiles requiere un enfoque del problema desde otro punto de vista. Aunque los desarrollos actuales de los científicos se dirigen al estudio de las capacidades humanas como una fuente de nuevas ideas para el diseño de las nuevas máquinas no se ha llegado a ese nivel.

Entre otras se encuentra que a pesar de disponer de herramientas y lenguajes de programación diseñados expresamente para el desarrollo de máquinas inteligentes, existe un enorme problema que limita los resultados que se pueden obtener: estas máquinas se implementan sobre computadoras basadas en la filosofía de Von Neumann, y que se apoyan en una descripción

secuencial del proceso de tratamiento de la información. Si bien el desarrollo de estas computadoras es espectacular, no deja de seguir la línea antes expuesta: una máquina que es capaz de realizar tareas mecánicas de forma increíblemente rápida, como por ejemplo cálculo, ordenación o control, pero incapaz de obtener resultados aceptables cuando se trata de tareas como reconocimiento de formas, voz, etc.

La otra línea de la investigación ha tratado de aplicar principios físicos que rigen en la naturaleza para obtener máquinas que realicen trabajos pesados en nuestro lugar. De igual manera se puede pensar respecto a la forma y capacidad de razonamiento humano; se puede intentar obtener máquinas con esta capacidad basadas en el mismo principio de funcionamiento.

No se trata de construir máquinas que compitan con los seres humanos, sino que realicen ciertas tareas de rango intelectual con que ayudarle, principio básico de la Inteligencia Artificial.

Las primeras explicaciones teóricas sobre el cerebro y el pensamiento ya fueron dadas ya por Platón (427-347 a.C.) y Aristóteles (348-422 a.C.). Las mismas ideas también la mantuvieron Descartes (1569-1650) y los filósofos empiristas del siglo XVIII.

La clase de las llamadas máquinas cibernéticas, a la cual la computación neuronal pertenece, tiene más historia de la que se cree: Herón (100 a.C) construyó un autómatas hidráulico.

Tecnología

En la actualidad existen una gran variedad de investigaciones que van ligadas directamente a lo que son las Redes Neuronales, a lo largo de búsqueda se encontraron varios ejemplos, uno de los que mas llamo la atención fue el siguiente.

Nueva tecnología para predecir el comportamiento del usuario en un portal Web.

Estos modelos --que serán utilizados dentro de la plataforma iSUM, realizada en Java por la empresa Tissat-- buscan facilitar las gestiones de los usuarios de manera inteligente. Así, las diferentes navegaciones realizadas en el portal permitirán al sistema ir "aprendiendo hasta ser capaz de determinar las preferencias del usuario y predecir lo que se está buscando", indicaron las mismas fuentes.

iSUM sirve para el diseño y construcción de portales corporativos personalizados y ciudades digitales en Internet, ya que su estructura tecnológica "multicanal e inteligente, incorpora modelos neuronales y posibilita el desarrollo de aplicaciones específicas y de redes intranet y extranet"

Las redes neuronales son una tecnología computacional emergente que puede utilizarse en un gran número y variedad de aplicaciones, tanto como comerciales como militares.

Hay muchos tipos diferentes de redes neuronales, cada uno de los cuales tiene una aplicación particular más apropiada.

Campos de aplicación.

- *Finanzas.*
 - Predicción de índices
 - Detección de fraudes.
 - Riesgo crediticio, clasificación
 - Predicción de la rentabilidad de acciones

- *Negocios*
 - Marketing
 - Venta cruzada
 - Campanas de venta

- *Tratamiento de textos y proceso de formas.*
 - Reconocimiento de caracteres impresos mecánicamente.
 - Reconocimiento de gráficos.
 - Reconocimiento de caracteres escritos a mano.
 - Reconocimiento de escritura manual cursiva.

- *Alimentación*
 - Análisis de olor y aroma.
 - Perfilamiento de clientes en función de la compra.
 - Desarrollo de productos.
 - Control de Calidad.

- *Energía.*
 - Predicción consumo eléctrico
 - Distribución recursos hidráulicos para la producción eléctrica
 - Predicción consumo de gas ciudad

- *Industria manufacturera.*
 - Control de procesos.
 - Control de calidad.
 - Control de robots.

- *Medicina y salud*
 - Ayuda al diagnóstico.
 - Análisis de Imágenes.
 - Desarrollo de medicamentos.
 - Distribución de recursos.

- *Ciencia e Ingeniería.*
 - Análisis de datos y clasificación
 - Ingeniería Química.

- Ingeniería Eléctrica.
- Climatología.
- *Transportes y Comunicaciones.*
 - Optimización de rutas.
 - Optimización en la distribución de recursos

Se creyó que otro buen ejemplo para denotar el claro avance en esta rama es el que se presenta a continuación:

Redes Neuronales utilizados en la predicción.

Algunos trabajos de predicción con redes neuronales en los últimos años se cuentan con muchos trabajos en la predicción de series de tiempo utilizando redes neuronales artificiales, de los cuales podemos mencionar los siguientes:

- *Predicción de acciones.* Consiste en el desarrollo de una red neuronal capaz de realizar la predicción del precio de las acciones para un número dado de compañías. Esta predicción se realiza mediante redes alimentadas hacia adelante, y el objetivo en este particular caso es predecir el siguiente valor en la serie de tiempo: el próximo precio de la acción (F.W. Op ´ t Landt [1997]).
- *Predicción de tráfico vehicular.* Se han utilizado redes neuronales recurrentes para la predicción a corto plazo del tráfico en una carretera, a fin de prevenir congestiones y tener un control del acceso a la autopista.

Para esto se utilizan datos estimados de otros días con propiedades similares; los mejores resultados se obtuvieron con una red multi-recurrente, y se pudo comprobar que las redes neuronales resolvieron este tipo de predicción y obtuvieron mejores resultados que los métodos estadísticos convencionales (Ulbricht).

- *Predicción del tráfico en una autopista.* Dierdre predice el volumen y el nivel de ocupación de una autopista, los resultados obtenidos fueron mejores que los obtenidos por técnicas usadas anteriormente. Se demostró que las redes neuronales con exactitud pueden predecir el volumen y la ocupación 1 minuto por adelantado, se utiliza una red neuronal multicapa entrenándose mediante retropropagación.).
- *Predicción de la transición mensual del índice de precios de acciones.* Usando recurrencia y retropropagación, la red neuronal es entrenada para aprender conocimiento experimental y para predecir la transición de precios de acciones, tomando como entrada principal algunos indicadores económicos y obteniendo la transición relativa de la composición del índice de precios de acciones, usando ocho años de datos económicos, la predicción del crecimiento mensual o la caída del índice del precio de acciones. Los resultados indican que las redes neuronales son herramientas eficientes para la predicción del precio de las acciones (Ho Lee, Cheol Park [1992]).

· *Predicción de Tornado.* Basada en atributos obtenidos de un radar Doppler, el cual observa diferentes fenómenos que a la larga llegan a producir tornados. Las tormentas eléctricas algunas veces llegan a producirlos, pero no siempre son antecedente de ello. Una red neuronal alimentada hacia adelante es usada para diagnosticar cuales fenómenos detectados por el radar llegarán a producir un tornado. La red neuronal es diseñada para la identificación de tornado-yielding meso-cyclones, con ese fin, se desarrollaron procedimientos para determinar el tamaño del conjunto de entrenamiento y el número de nodos ocultos necesarios para el funcionamiento óptimo. Se mostró que la red neuronal encontrada de este modo supera un algoritmo basado en reglas (Marzban, Stumpf [1998]).

Información General

Aplicaciones de las Redes Neuronales

Las redes neuronales son una tecnología computacional emergente que puede utilizarse en un gran número y variedad de aplicaciones, tanto como comerciales como militares.

Hay muchos tipos diferentes de redes neuronales, cada uno de los cuales tiene una aplicación particular más apropiada. Separándolas según las distintas disciplinas algunos ejemplos de sus aplicaciones son los que se mencionaron en el punto de la Tecnología.

Redes Neuronales y Control

Lo que se hace en control es modelar, según los parámetros aprendidos en sistemas dinámicos, los sistemas para luego controlarlos, sin embargo en ese modelamiento se desprecian muchos datos debido a la alinealidad de los mismos, por ejemplo, al modelar un motor se desprecian datos como el desgaste de máquina, esos son valores importantes, pero al tenerlos en cuenta la solución de un sistema se haría imposible, así que se hace necesario despreciar esos términos, sin ellos el modelamiento funciona pero en la vida práctica no es tan preciso.

Ese problema se soluciona con redes neuronales, debido a las teorías anteriormente expuestas, si por ejemplo, usted modela un sistema de manera tradicional y luego este sufre variación alguna los planteamientos iniciales ya no funcionan, con las redes neuronales eso ya no sucede, porque el sistema después de haber recibido unos patrones iniciales comienza a identificar, acepta, aprende y responde ante diferentes señales. Sin importar que estas no sean idénticas a los patrones iniciales.

Un superordenador llamado cerebro

El hombre necesita un sistema de proceso de datos de múltiple propósito capaz de tratar gran cantidad de información muy distinta y en muy poco tiempo y con el mayor sentido practico(pero no necesariamente con exactitud), para inmediatamente poder actuar en consecuencia. Los ordenadores, en cambio, son altamente especializados con capacidad para procesar con exactitud información muy concreta (en principio solo números) siguiendo unas instrucciones dadas.

El cerebro humano posee mas de diez millones de neuronas las cuales ya están presentes en el momento del nacimiento conforme pasa el tiempo se vuelven inactivas, aunque pueden morir masivamente.

Nuestro órgano de pensamiento consume 20 Batos/hora de energía bioquímica, lo que corresponde a una cucharada de azúcar por hora. Los ordenadores domésticos consumen una cantidad semejante. Las necesidades de oxígeno y alimento es enorme en comparación con el resto del cuerpo humano: casi una quinta parte de toda la sangre fluye por el cerebro para aprovisionar de oxígeno y nutrientes. La capacidad total de memoria es difícil de cuantificar, pero se calcula que ronda entre 10^{12} y 10^{14} bits.

La densidad de información de datos de un cerebro todavía no se ha podido superar artificialmente y en lo que se refiere a velocidad de transmisión de datos, a pesar de la lentitud con que transmite cada impulso aislado, tampoco esta en desventaja, gracias a su sistema de proceso en paralelo: la información recogida por un ojo representa 10^6 bits por segundo.

Según todos los indicios el cerebro dispone de dos mecanismos de almacenamiento de datos: la memoria intermedia acepta de cinco a diez unidades de información, aunque solo las mantiene durante agudos minutos. La memoria definitiva guarda las informaciones para toda la vida, lo que no significa que nos podamos acordar siempre de todo. La memoria inmediata trabaja como una especie de cinta continua: la información circula rotativamente en forma de impulsos eléctricos por los registros. El sistema es comparable a la memoria dinámica de un ordenador, en la que la información tiene que ser refrescada continuamente para que no se pierda. En cambio, la memoria definitiva parece asemejarse mas bien a las conocidas memorias de celdillas de los ordenadores. Se cree que esta memoria funciona gracias a formaciones químicas de las proteínas presentes en el cerebro humano.

Diferencias entre el cerebro y una computadora

Cerebro	Computadora
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de datos de múltiple propósito capaz de tratar gran cantidad de información en poco tiempo pero no necesariamente con exactitud. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas altamente especializados con capacidad para procesar información muy concreta, siguiendo unas instrucciones dadas.
<ul style="list-style-type: none"> • La frecuencia de los impulsos nerviosos puede variar. 	<ul style="list-style-type: none"> • La frecuencia de transmisión es inalterable y esta dada por el reloj interno de la maquina.
<ul style="list-style-type: none"> • Las llamadas sinapsis cumple en el cerebro la función simultánea de varias compuertas (and, or, not etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Las compuertas lógicas tienen una función perfectamente determinada e inalterable.
<ul style="list-style-type: none"> • La memoria es del tipo asociativo y no se sabe dónde quedara almacenada. 	<ul style="list-style-type: none"> • La información se guarda en posiciones de memoria de acceso directo por su dirección.
<ul style="list-style-type: none"> • Los impulsos fluyen a 30 metros por segundo. 	<ul style="list-style-type: none"> • En el interior de una computadora los impulsos fluyen a la velocidad de la luz.

Similitudes entre el cerebro y una computadora

- Ambos codifican la información en impulsos digitales.
- Tanto el cerebro como la computadora tienen compuertas lógicas.
- Existen distintos tipos de memoria.
- Los dos tienen aproximadamente el mismo consumo de energía.

Control de Ordenadores por Señales Neurales

La búsqueda de controlar el ordenador mediante impulsos bio-eléctricos, es una idea que ha dejado de ser parte de las novelas de ciencia-ficción, para integrarse a las filas de temas de estudio e investigación serios.

Hoy en día, estamos un paso más cerca de lograr tales sueños, puesto que la tecnología y la teoría científica, al respecto, son cada vez más cercanos.

Aplicaciones

Como con toda investigación científica, posee en primer lugar dos orientaciones, la militar y la médica.

En medicina los primeros en beneficiarse son los minusválidos con deficiencias o carencias motrices, quienes además aportan al desarrollo de estas tecnologías, por ser sujetos de prueba. Tanto las tecnologías que usan EMG, como EOG han logrado ampliar las expectativas de estos pacientes, por ej. Con EMG se observó que los impulsos eléctricos procedentes de fibras musculares activas, pueden manejar equipos electrónicos, con las señales generadas por los músculos. Con EOG una niña con una grave lesión espinal probó que podía mover el cursor de la pantalla de computadora a partir de impulsos generados por sus ojos.

En otro sentido con el EOG permite que un cirujano cambie, moviendo los ojos, el campo visual de una cámara de fibra óptica, y así poder tener las manos ocupadas con instrumentos quirúrgicos.

En el campo de las ondas cerebrales han experimentado con esta tecnología conectándola con un sintetizador musical.

Erich E. Sutter desarrolló un sistema que permite a los discapacitados seleccionar palabras o frases de un menú formado por cuadros que destellan en la pantalla de un ordenador. Sosteniendo durante uno o dos segundos la mirada fija en el cuadro apropiado, una persona conectada por electrodos craneales puede transmitir su elección por ordenador, constituyendo un claro ej. Del potencial evocado del cerebro (EP).

El Futuro.

Hasta ahora el control de un entorno electrónico o incluso uno electromecánico, (ej. Manejar una silla de ruedas), ha sido utilizando un solo tipo de señal, sea que provenga de un músculo, del ojo o de ondas cerebrales. También somos nosotros quienes debemos entrenarnos para controlar nuestros impulsos y luego poder mover o ejecutar la acción deseada

Quizá el futuro se encuentre en sistemas que sean capaces de traducir muchos y diferentes tipos de señales, y así poder "leer" lo que nosotros

deseamos hacer, dejando al sistema y no a nosotros, el trabajo de entrenarse.

En cuanto a las aplicaciones quizá se logren versiones comerciales para manejar entornos informáticos, y así a través de los ordenadores controlar, medios de transporte, electrodomésticos, equipos médicos y militares, el campo de aplicación es enorme. En el área militar están experimentando en pilotos de avión con señales EP, siendo una herramienta útil en el momento de tener manos y pies ocupados.

LOS IMPLANTES QUE SALVAN VIDAS

Los futurólogos norteamericanos dicen que dentro de un siglo la medicina será capaz no sólo de reemplazar cualquier parte dañada del cuerpo, sino que podrá sustituir, por medio de un chip implantado en el cerebro cierto déficit de la inteligencia para que todos los individuos estén a la altura del progreso técnico y científico del conjunto.

La electrónica ayuda a la medicina, se ha aliado con ella y ha inventado implantes que podrán parar el mal de Parkinson o la epilepsia, así como órganos artificiales que mejoran el modo de vida. También permitirá una administración precisa de los medicamentos, colocando mini bombas en alguna parte del cuerpo que proporcionarán las dosis adecuadas para cada paciente, evitando los efectos secundarios.

El desarrollo de nuevos materiales permitirá la aparición de nuevos órganos artificiales, como por ejemplo falsos músculos realizados con materiales retractiles u órganos híbridos compuestos, a la vez, por células vivas y chips electrónicos.

RETINA ARTIFICIA:

El ojo es una especie de burbuja vacía cuya pared interna, la retina, está dotada de fotorreceptores que captan las imágenes y las transforman en señales eléctricas en dirección al nervio óptico. Si los oftalmólogos perciben, mediante test, algunas respuestas eléctricas, esto significa que el sistema ocular funciona a pesar de las dificultades de visión de los pacientes. La finalidad es captar los objetos exteriores con ayuda de una mini cámara con control de imagen y, después, transplantar esta imagen eléctrica sobre el fondo de la retina. El chip electrónico que captaría toda esa información sería implantado en el interior del ojo y conectado con la retina con la ayuda de mil electrodos. Los problemas de miniaturización pueden solventarse, pero los más complicados son los relacionados con la fragilidad de la retina. Los intentos realizados en este sentido son los menos avanzados.

Los córtex, situados en la parte posterior de cada hemisferio cerebral, son los responsables de elaborar la información que le proporciona el nervio óptico.

El Instituto de Órganos Artificiales de Long Island, junto con la Universidad de Estern de Canadá han logrado implantar en el córtex de algunos pacientes una diminuta reja de teflón provista de sesenta y cuatro electrodos de platino conectados a una cámara de video y a un microordenador, que transforma en señales numéricas los impulsos analógicos de la cámara. Así, lo que informa la cámara se traduce en impulsos eléctricos que son directamente transmitidos al cerebro del paciente ciego.

OIDO ARTIFICIA:

Cada sonido es una vibración mecánica que pasa por el tímpano, y en el oído interno se convierte en señales eléctricas que son enviadas al nervio auditivo. Esta transformación eléctrica es crucial, ya que el 93 por ciento de las sorderas están ligadas a la destrucción del órgano de Corti, que es justamente el transformador de nuestro oído.

Desde los años cincuenta se sabe que un electrodo implantado en el oído permite a la persona entender los sonidos, pero la gran dificultad estribaba en transcribir con precisión todos los sonidos del mundo exterior. Según la zona estimulada, el nervio auditivo entiende un sonido agudo, grave o medio. La solución se dio con un dispositivo miniaturizado que convierte los sonidos captados por un micrófono en impulsos eléctricos, los cuales son enviados por cables subcutáneos a una antena adosada a la piel, cerca de la oreja. Otra antena casi microscópica, disimulada en la piel del paciente, actúa como receptor de señales. La última fase del proceso se completa al activarse un manojito de electrodos (de 4 a 16) fijados previamente a la cóclea, haciendo una especie de puente sobre la vía sensorial dañada.

La técnica, que es muy segura, tiene sus limitaciones, ya que los impulsos eléctricos sólo pueden ser entendidos y decodificados por una persona que alguna vez haya oído. Un sordo total de nacimiento sería incapaz de "organizar" y entender lo que escucha.

El implante coclear es una microcomputadora que, situada en la parte más profunda del oído, reemplaza parcialmente al órgano.

MOTROCIDAD ASISTIDA:

- El profesor israelí Gideon Inbar, decano de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, está investigando con éxito la inteligencia artificial de la locomoción. Consiguió, fijando sensores en la pierna de una voluntaria, fabricar señales nerviosas que pueden ser vueltas a emitir por una computadora activando los músculos atrofiados.
- La "computadora médica para caminar" de Inbar podría monitorear la pierna constantemente y en consecuencia proporcionar una información ininterrumpida al músculo por medio de miles de señales eléctricas estimulantes. De esta manera, ciertos pacientes inmovilizados podrían moverse.
- Los enfermos parapléjicos y tetrapléjicos podrían beneficiarse con las investigaciones que se están realizando para que, ayudados por bastones, vuelvan a caminar. Los que padecen esta enfermedad están afectados por una lesión en la médula espinal.
- Una de las soluciones, la más prometedora, es reactivar los músculos situados cerca de la lesión con una corriente eléctrica. El problema es que este método requiere poner los electrodos en cada utilización. La respuesta es implantar, en el interior del cuerpo, una cajita electrónica capaz de enviar a los músculos la corriente de estimulación, ya sea por electrodos situados alrededor de los nervios o de los fascículos (haz de nervios que tienen el mismo origen y destino) representantes de una parte del tronco, o mediante electrodos situados en los músculos. Todavía llevarían bastones para mantener el equilibrio, donde se situarían unos botones que accionarían el dispositivo.
- Los brazos biónicos ya son una realidad, así también como lo son los huesos y las articulaciones artificiales. En los Estados Unidos ya hay

65.000 rodillas mecánicas, 110.000 caderas y 50.000 hombros. Una cadera artificial dura diez años y una rodilla algo menos por su gran desgaste, pero estas prótesis ya cuentan con sistemas robóticos para su implantación. En Israel están perfeccionando un sistema de retroalimentación continuo, proveniente de los sensores implantados en los nervios del hombro del miembro amputado, que produce una respuesta inmediata a la comunicación eléctrica de un nervio, en la misma forma en que se comporta el sistema nervioso. Eso permite que el brazo biónico (que encierra una mini computadora) funcione suavemente, casi como uno normal.

MINIBOMBA PARA DIABETICO:

La diabetes consiste en la imposibilidad del páncreas de producir insulina, hormona que permite al organismo utilizar su carburante: la glucosa que circula por el cuerpo. Si no la fabrica, la tasa de azúcar en sangre se eleva y puede provocar un coma mortal. La solución es inyectarse insulina cada cierto tiempo. Pero las inyecciones de insulina reproducen imperfectamente la actividad del páncreas. En los años ochenta se creó la bomba externa, un aparato programable que se une al cuerpo por una aguja implantada en la piel y permite difundir constantemente un caudal reducido de insulina.

Aunque el sistema parecía estar en su apogeo, dos investigadores estadounidenses afinaron el aparato y crearon en 1989 la bomba implantable. Consiste en un catéter que, instalado en la cavidad peritoneal, cerca del páncreas, difunde la insulina para que se absorba al instante y emita sus dosis de forma muy precisa.

MINI DESFIBRILADOR:

Entre los ataques al corazón, el más peligroso es la fibrilación ventricular. El órgano, por efecto de una caótica actividad, es incapaz de bombear sangre. Sólo hay un modo de parar la crisis: sometiendo al corazón a una descarga eléctrica que consigue que su actividad reemprenda su curso natural, con un ritmo regular. Desde los años cincuenta, los servicios de reanimación disponen de desfibriladores que permiten enviar el shock que salva la vida. Pero el problema reside en llegar al hospital a tiempo. Un cardiólogo polaco ha ideado un producto revolucionario: un desfibrilador implantable capaz de vigilar permanentemente el ritmo cardíaco y de enviar, a los primeros síntomas de fibrilación, una descarga de 700 u 800 voltios a través del corazón.

CORAZON ARTIFICIAL:

Las virtudes del corazón artificial son conocidas por casi todo el mundo, ya se ha oído hablar de la bomba de resina implantada y portátil, capaz de ayudar a un órgano deficiente. Varias personas se han beneficiado con este sistema, el Novacor, que por el momento es la solución para los pacientes que esperan un transplante.

Hasta ahora quienes llevaban un corazón artificial tenían enganchado a la cintura un aparato que pesaba cinco kilos. El Novacor, en cambio, es un diminuto controlador que se sitúa en el abdomen, cerca de la bomba, y la energía es dispensada, no por un cable, sino directamente a través de la piel. Se basa en dos cinturones, uno exterior, dotado de batería, y otro interior, cargado por el primero.

Este corazón ofrece la ventaja de que no es rechazado y de que se puede implantar a cualquier edad.

DESCARGAS ELECTRICAS CONTRA LA EPILEPSIA:

Hasta el momento, los medicamentos y la cirugía eran las únicas vías para paliar la crisis epiléptica, pero algunos enfermos no responden a ninguno de estos tratamientos.

Ahora ha aparecido un nuevo método: la estimulación eléctrica del nervio vago, que va desde el cerebro hasta el abdomen.

En 1938 dos profesores estadounidenses demostraron que los impulsos eléctricos influían en la actividad cerebral. Muchos equipos investigadores se dieron cuenta de que la electricidad podía apaciguar las crisis epilépticas. Dos de ellos fundaron Cyberonics, una sociedad que fabrica simuladores eléctricos implantables.

Se trata de un generador que va situado en la clavícula y está unido a un electrodo que los cirujanos fijan en el nervio vago.

VIVIR SIN DOLOR:

La idea de utilizar la estimulación eléctrica para atenuar el dolor viene de la antigüedad.

En 1972, el profesor Lazorthes, del hospital CHU, de Toulouse, implantó generadores eléctricos provistos de un electrodo en el espacio epidural. Había nacido la electroestimulación. La sensación dolorosa es el resultado de la excitación de ciertas fibras nerviosas muy finas. La estimulación eléctrica trata de restablecer el equilibrio tocando otras fibras que tienen un efecto inhibitor sobre las primeras. Este implante surte efecto en pacientes con problemas discales y en los casos de dolores ligados a miembros fantasmas, es decir, en aquellas personas que dicen sentir dolor a pesar de que se les ha amputado un miembro.

CONCLUSIONES

- ✓ Es necesario resaltar el significado e importancia que las redes neuronales están adquiriendo en la actualidad como lo evidencia el hecho de formar parte de los estudios centrales de instituciones gubernamentales y no gubernamentales a nivel mundial. La intención principal es profundizar en esta nueva tecnología, aprovechando el hecho de que será esta una materia para lograr aprendizaje necesario para conocer más sobre la Inteligencia Artificial.

- ✓ A pesar de que los avances en el ámbito de las Redes Neuronales han avanzado en gran manera en los últimos años, cabe mencionar que falta aumentar en aspectos que se asemejen más al pensar y actuar humano, involucrando de lleno lo que es la experiencia.

- ✓ Podemos afirmar con un alto grado de exactitud que en el futuro nuestra vida estará influenciada por la tecnología y la IA será la cabeza de este movimiento tecnológico las ramas de mayor influencia de la IA serán: la robótica, medicina, militar, educación etc.

- ✓ Todo esto nos lleva a que en el futuro tengamos sistemas que sea capaces de sustituir actividades humanas de razonamiento, para que se realicen con exactitud, en menor tiempo.

BIBLIOGRAFIA

 <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EpyVZEuFAAboUblISx.php>

 <http://www.redcientifica.com/doc/doc199903310003.html>

 <http://aupec.univalle.edu.co/informes/octubre97/boletin49/cerebro.html>

 <http://www.webmining.cl/info/empresas.asp>