

## “Sistema de Memoria Asociativa”

MX 376152 B

### Descripción de la Tecnología

Como una alternativa a los enfoques de las Redes neuronales y de las Redes semánticas, se está desarrollando un enfoque completamente novedoso respecto de la forma en que se registra, reconoce y retribuye la información computacional, que es semejante al proceso que ocurre en la memoria humana, que por definición es asociativa. En este contexto, la memoria asociativa se refiere a la capacidad de registrar, reconocer y retribuir un dato, imagen, sonido, olor o sensación táctil (expresado como una función matemática) por el hecho de estar asociado a un dato, imagen, sonido, olor o sensación táctil asociado (expresado también como una función matemática).

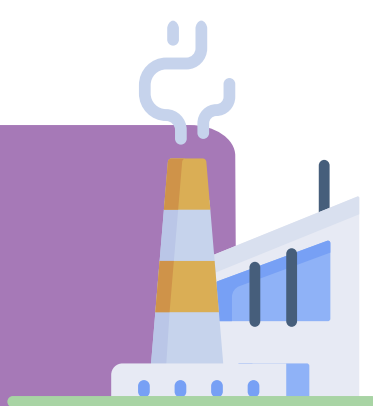
Mediante este enfoque, la imagen abstracta de un dígito o de otra clase de objeto puede guardarse en un arreglo de 625 x 4 bits (es decir 312.5 bytes), lo que permitiría en principio construir una memoria (en un circuito integrado)

### Aplicaciones, beneficios y usos de la tecnología

La presente invención se enmarca en el campo de los sistemas computacionales, en particular en el diseño de memorias para almacenar, reconocer y retribuir grandes cantidades de información, especialmente de carácter cualitativo, tales como escenas visuales o acústicas, o de otras modalidades de información, así como su relación con las memorias estándar de acceso directo y la unidad central de proceso.

La presente invención representa la piedra angular sobre la cual podrían construirse múltiples desarrollos tecnológicos en una amplia gama de aplicaciones en los sectores de Tecnologías de la Información y Computación (TIC), Electrónica, Óptica, Instrumentación y los sectores relacionados con éstos, es decir, Financiero, Servicios, Salud, entre otros. Algunos ejemplos de posibles aplicaciones concretas incluyen los circuitos integrados y/o microprocesadores de:

- Computadoras personales
- Computadoras tipo laptop notebook
- Tabletas electrónicas
- Celulares inteligentes
- Relojes inteligentes
- Otros dispositivos portátiles inteligentes
- Micro-servidores
- Cámaras fotográficas
- Dispositivos y aparatos embebidos con el Internet de las cosas
- Dispositivos USB portátiles
- Etcétera

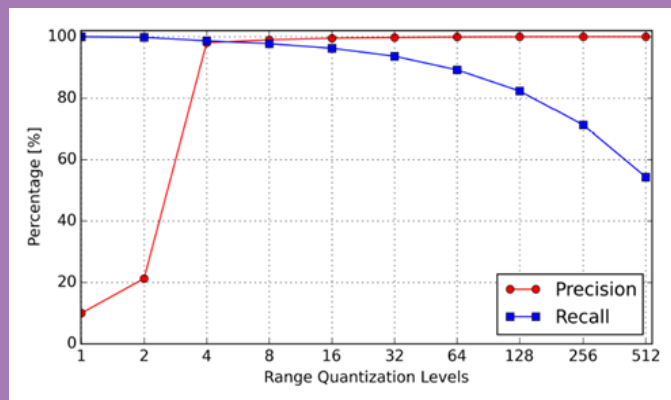


### Nivel de madurez de la tecnología

Se evaluó el sistema de memoria con un experimento preliminar de simulación para lo cual se utilizó una base de datos pública con dígitos del 0 al 9 escritos manualmente. Se definió cada dígito como un arreglo de 28 x 28 píxeles cada uno con 256 niveles de gris, y se usaron 70,000 dígitos con cantidades prácticamente iguales de cada uno. Se definieron diez memorias asociativas en un arreglo paralelo, una para cada dígito. Los valores de los atributos fueron computados a través de una red neuronal artificial (convolucional) con cuatro capas y 784 entradas que corresponden a los 28 x 28 píxeles con sus valores a 625 salidas. También se definió una red neuronal densa completamente conectada, a partir de los 625 atributos para cada uno de los 10 dígitos, para entrenamiento. La arquitectura fue muy parecida a la propuesta de LeCun. Se entrenó la red con 60,000 imágenes con un número balanceado de dígitos.

Para el experimento, se sustituyó la última red completamente conectada por la memoria asociativa. Entonces, se introdujeron todos los ejemplos del mismo dígito en la memoria asociativa correspondiente a través de la red convolucional y la primera capa de la red neuronal densa, construyendo así un modelo representativo de una imagen abstracta del dígito en la memoria. En seguida se introdujeron 10,000 ejemplos de dígitos de prueba para el reconocimiento en paralelo en las diez memorias.

Los valores de los atributos fueron números reales en el intervalo entre 0 y 10 y se ejecutaron los experimentos de reconocimiento para memorias con diferentes niveles discretos para el intervalo de abstracción, de 1 a 512, utilizando todas las potencias intermedias de 2. Los resultados se muestran en la siguiente figura:



La precisión aumenta muy rápido en relación a la densidad de la red, con un valor muy cercano a 1 con sólo cuatro niveles discretos.

El experimento muestra que una memoria asociativa de 625 atributos hasta cuatro u ocho niveles en el dominio es muy efectiva para codificar la imagen abstracta de dígitos escritos a mano. Este nivel de reconocimiento es similar al obtenido por otras técnicas de reconocimiento disponibles comercialmente, para este experimento en particular.

Se está buscando financiamiento para realizar un proyecto para diseñar y probar un prototipo de circuito integrado utilizando el sistema de memoria propuesto. De manera preliminar, se ha estimado que para la construcción del circuito se requieren aproximadamente 2 millones de pesos, además de la incorporación de dos o tres pos-doctorados o técnicos académicos durante dos o tres años, para desarrollar la ingeniería de detalle.

### Información de mercado

- El valor del mercado de microprocesadores fue de 58,600 millones de dólares en 2013. Se ha observado que la competencia en este mercado depende en buena medida de la introducción oportuna de nuevas tecnologías de microprocesadores, especialmente en los segmentos de teléfonos inteligentes, tabletas, micro-servidores, relojes inteligentes, dispositivos y aparatos embebidos con el Internet de las cosas, entre otros. En consecuencia, la introducción de una tecnología de microprocesadores disruptiva, como la que se propone desarrollar, parece tener un potencial enorme si en el corto plazo se inicia la implementación de una estrategia adecuada de desarrollo y comercialización.

