

REDES NEURONALES ARTIFICIALES

Dr. Fernando G. Tomasel

INTRODUCCIÓN

Tanto en el campo de la medicina como en el de la biología, las técnicas matemáticas utilizadas para el análisis y tratamiento de la información se van tornando más sofisticadas cada día. Herramientas tales como las redes neuronales artificiales, la transformada de ondas y otras, se encuentran hoy cada vez más frecuentemente utilizadas en el análisis de datos biológicos. En esta oportunidad, trataremos brevemente el caso de las Redes Neuronales Artificiales (RNAs).

Las RNAs aparecieron en los años '40, cuando por primera vez se desarrolló un modelo matemático simple de una neurona. Luego de este desarrollo, transcurrió una década de gestación que fue seguida por un período de entusiasmo y grandes expectativas. Durante estos años se demostró la aplicabilidad de las RNAs a la solución de una gran variedad de problemas simples. Sin embargo, métodos que sirvieron para el análisis de casos simples fallaron cuando fueron aplicados a problemas más complejos. Hacia finales de la década del '60, se demostró que existían límites fundamentales en lo que una RNA podía calcular. A partir de ese momento, el tema de las RNAs entró en un período de hibernación durante el cual la actividad de investigación en el área se redujo al mínimo. Sin embargo, a principios de la década del '80 el tema resurgió a partir del trabajo de algunos investigadores que lograron resolver los problemas encontrados casi quince años antes. A partir de entonces, el número de trabajos dedicados a RNAs creció exponencialmente. Los primeros trabajos en el campo de la Medicina aparecieron en el año 1989, y desde entonces se ha desarrollado una creciente actividad en diversas áreas, especialmente en las relacionadas con diagnóstico. Esta misma actividad se ha observado en todas las áreas de la ciencia, donde las RNAs han aparecido como una alternativa a herramientas más tradicionales en el análisis de datos tales como la regresión lineal múltiple.

¿QUÉ ES UNA RED NEURONAL?

Las redes neuronales artificiales son procesadores de información inspirados en el funcionamiento de los sistemas nerviosos biológicos. A pesar de que la velocidad de procesamiento de las células nerviosas es muy lenta (del orden del milisegundo), el cerebro es una máquina de cálculo muy eficiente porque posee una cantidad enorme de neuronas y sinapsis (del orden de 10^{10} y 10^{13} , respectivamente). Una de las

características fundamentales de las redes neuronales artificiales es que, al igual que el cerebro, son procesadores distribuidos de características masivamente paralelas. En su funcionamiento, nos recuerdan al cerebro en dos aspectos:

1. el conocimiento es adquirido a través de un proceso de aprendizaje, y
2. la fuerza de las conexiones interneuronales, conocida como peso sináptico, se utiliza para almacenar el conocimiento.

Las redes neuronales pueden configurarse para llevar a cabo tareas específicas como por ejemplo el reconocimiento de imágenes. Esta configuración se logra a través de un proceso de aprendizaje el cual, al igual que en los sistemas biológicos, involucra el ajuste de las conexiones sinápticas que existen entre las neuronas.

3. ¿En qué tipo de situaciones puede ser conveniente usar redes neuronales?

Las RNAs se han utilizado en el tratamiento de una amplia variedad de situaciones, las cuales pueden agruparse en general en los siguientes casos:

- **Cuando es difícil encontrar una solución simple basada en modelos construídos a partir de primeros principios.** Una de las aplicaciones más importantes de las redes neuronales artificiales ha sido el análisis de problemas que son demasiado complejos para resolver a través del uso de tecnologías convencionales, ya sea porque los problemas no tienen una solución algorítmica, o porque el algoritmo de resolución es demasiado complejo para ser desarrollado.

- Cuando hay gran cantidad de datos para entrenar la red. Las RNAs son particularmente útiles en el análisis de problemas donde existe un gran número de variables de entrada, y no hay una indicación clara de la importancia relativa de cada uno.

- Cuando los nuevos datos que entran al sistema tienen que ser procesados a gran velocidad.

- **Cuando el método de procesamiento de los datos debe ser robusto ante niveles moderados de ruido en los datos de entrada.** Es decir, cuando se requiere que el algoritmo de procesamiento sea insensible a pequeñas variaciones en los datos de entrada.

VENTAJAS DE LAS RNAs

La notable potencia de cálculo de las RNAs deriva de su estructura distribuída y masivamente paralela y de su habilidad para aprender y generalizar, donde por generalización entendemos la producción de resultados razonables a partir de datos de entrada que no fueron presentados durante el entrenamiento. Estas dos características le permiten a las RNAs re-

resolver problemas complejos que de otra forma serían intratables. El enfoque basado en RNAs tiene varios beneficios cuando se lo aplica al procesamiento de información médica:

- Se entrenan a través de ejemplos en lugar de reglas,
- Permite una rápida identificación,
- Permite el análisis de situaciones y el diagnóstico a tiempo real
- Elimina problemas relacionados con la fatiga y la habituación humana.

Aunque el procesamiento utilizando RNAs ha mostrado algunos éxitos notables, es importante reconocer sin embargo, que estamos a una gran distancia de construir una computadora que imite al cerebro humano.

APLICACIONES CLÍNICAS DE REDES NEURONALES

El procesamiento de datos basado en el análisis mediante RNAs promete convertirse en una técnica difundida en el tratamiento de problemas biomédicos en los próximos años. En los últimos cinco años, la tasa de publicación de artículos que usan RNAs para el análisis de problemas en áreas relacionadas con la medicina ha crecido de tal manera que se publican cientos de trabajos por año. Las RNAs han sido aplicadas con éxito en áreas tales como diagnóstico, análisis bioquímico, procesamiento de imágenes y desarrollo de drogas. En el área de diagnóstico se pueden citar, por ejemplo, aplicaciones a la diagnosis de apendicitis, demencia, infarto de miocardio, epilepsia, enfermedades pulmonares y coronarias, entre otras. Las RNAs se han utilizado también en el análisis de imágenes radiográficas, mamografías, ultrasonido y RMN, y en la interpretación de electrocardiogramas, electroencefalogramas y fonocardiografías. En el campo de la bioquímica, las RNAs se utilizan en una amplia gama de aplicaciones relacionadas con la química analítica. En particular, han sido utilizadas para analizar muestras de orina y sangre, determinar niveles iónicos en fluidos corporales y detectar condiciones tales como tuberculosis. Finalmente, en el campo de desarrollo de nuevas drogas, las RNAs han sido usadas como herramienta en el desarrollo de drogas para tratar cáncer y SIDA, en el proceso de modelado de biomoléculas, y en la predic-

ción de la sensibilidad de tumores a ciertas drogas.

CONCLUSIONES

Tando su flexibilidad y capacidad de generalización como su habilidad para diagnosticar con notable precisión en diversas áreas, permiten afirmar que las RNAs se convertirán en un futuro próximo en una herramienta difundida en el análisis de problemas biomédicos. Sin embargo, y a pesar de sus éxitos iniciales, se requiere aún una considerable cantidad de trabajo antes que las RNAs puedan ser aceptadas como una asistencia clínica legítima.

Agradecimientos

El autor agradece al Hospital Privado de Comunidad a través del Dr. Maxit, Director del Departamento de Docencia e Investigación, por su invitación a exponer sobre el tema de RNAs.

REFERENCIAS

Existe un sinnúmero de trabajos de aplicación de RNAs a problemas particulares del área de Medicina. Los siguientes artículos pueden servir de introducción general al tema de RNAs:

- Cross SS, Harrison RF, Kennedy RL. *Introduction to neural networks*, Lancet 1995; 346:1075-9
- Baxt WG. *Application of artificial neural networks to clinical medicine*, Lancet 1995; 346:1135-38
- Dybowski R, Gant V. *Artificial neural networks in pathology and medical laboratories*, Lancet 1995; 346:1203-7

También es posible acceder a una multitud de sitios dedicados a redes neuronales artificiales en Internet. Una dirección interesante relacionada con RNAs en medicina es la siguiente, perteneciente al Pacific Northwest National Laboratory:

<http://www.emsl.pnl.gov:2080/proj/neuron/>

Para una introducción elemental al tema de redes neuronales aplicadas al procesamiento de datos, puede consultarse la siguiente referencia:

- Smith M. *Neural networks for statistical modeling* (Van Nostrand, New York, 1994).

Una comprensión más profunda del tema requiere de la lectura de libros relativamente más complejos, tales como:

- Haykin S. *Neural networks: a comprehensive foundation*. MacMillan Pub. Co., New York, 1994
- Bishop CM. *Neural networks for pattern recognition*. Clarendon Press, Oxford, 1998.